

中华人民共和国推荐性国家标准

《建筑材料热释放速率和产烟速率试验方法》

（报批稿）

编 制 说 明

标准编制组

2025年8月

一、工作简况

（一）任务来源

根据国家标准化管理委员会《关于下达2024年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发〔2024〕16号）的要求，推荐性国家标准《建筑材料热释放速率和产烟速率试验方法》修订项目由国家消防救援局归口，计划编号为20240232-T-450。国家消防救援局委托全国消防标准化技术委员会防火材料分技术委员会（TC113/SC7）承担组织起草和技术审查任务。

（二）制定背景

基于耗氧原理的“建筑材料热释放速率试验方法”（GB/T 16172）与“建筑材料或制品的单体燃烧试验”（GB/T 20284）、“火灾试验 表面制品的实体房间火试验方法”（GB/T 25207）是测试建筑材料、装饰材料燃烧性能的核心试验方法。GB/T 16172-2007被强制性国家标准“建筑材料及制品燃烧性能分级”（GB 8624-2012）规范性引用，用于进行材料燃烧性能分级；被国家标准“公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识”（GB 20286-2006）规范性引用，用于评价公共场所阻燃制品及组件燃烧性能。以耗氧原理为基础的锥形量热仪可模拟多种火灾情况，能够同时获得热释放速率（HRR）、总热释放量（THR）、有效燃烧热（EHC）、点燃时间、烟及毒性参数和质量变化参数（MLR）等多种燃烧参数及其动态变化过程信息。该试验装置获得的数据可以真实反映材料的燃烧能力，是目前

业内广泛认可的研究材料燃烧性能最重要的方法。

“建筑材料热释放速率试验方法”（GB/T 16172）第2版等同采用 ISO 5660-1:2002“Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method)”于2007年颁布实施。随着国际标准的发展，国际化标准组织对ISO 5660-1:2002进行了技术修订，同时合并ISO 5660-2:2002（撤销）“Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — Part 2: Smoke production rate (dynamic measurement)”后更新版本为 ISO 5660-1:2015“Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method) and smoke production rate (dynamic measurement)”，并于2019年进行了修正，发布了修正案ISO 5660-1 AMD 1:2019。鉴于现行标准标龄已达17年且等同采用的国际标准已有较大变化，有必要进行修订以与国际标准尽快保持一致，进一步推动建筑材料标准体系与国际标准的全面接轨。修订后的国家标准增加了建筑材料燃烧后产烟特性相关试验方法，将为防火阻燃材料产烟性能评估提供重要的技术手段，使该标准能够更好地在防火阻燃材料产品研发及建筑材料燃烧性能研究领域发挥支撑作用。

二、国家标准编制原则、主要技术要求的依据及理由

（一）编制原则

为了适应国家标准化管理工作的需要，本标准的工作组遵循

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》、GB/T 1.2-2020《标准化工作导则 第2部分：以ISO/IEC标准化文件为基础的标准化文件起草规则》、GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第4部分：试验方法标准》等系列国家标准的要求，完成本标准的制定工作。

标准的主要技术内容修订的原则为：与采标标准ISO 5660-1:2015技术内容的一致性程度为“修改”，忠实于国际标准文件的内容，与ISO标准化文件发生的变化减到最小，同时纳入其修正案ISO 5660-1 AMD 1:2019的技术内容。

（二）主要技术要求的确定依据

1.标准名称

ISO 5660-1:2015整合了ISO 5660-2:2002（废止）的技术内容，增加了建筑材料产烟速率试验方法相关内容，标准名称确定为“建筑材料热释放速率和产烟速率试验方法”。

2.产烟速率试验方法技术内容

现行标准是“建筑材料热释放速率试验方法”（GB/T 16172）第2版，该版本等同采用ISO 5660-1:2002，于2007年颁布实施。该试验方法的ISO标准于1993年首次颁布实施（ISO 5660-1:1993）。历经20多年，国际标准化组织于2015年对ISO 5660-1:2002版本进行修订，同时撤销了ISO 5660-2:2002“Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate —Part 2: Smoke production rate (dynamic measurement)”，并将ISO 5660-2:2002的技

术内容整合入该系列标准的第1部分，更新为ISO 5660-1:2015。

本次标准修订修改采用ISO 5660-1:2015。较上一版本的国家标准，增加了产烟速率试验方法，该试验方法技术内容来源于ISO 5660-1:2015中整合的ISO 5660-2:2002的技术内容。

（三）标准修订变化及依据

1. 新旧标准水平对比

新标准修改采用国际标准ISO 5660-1:2015，同时符合该标准的技术修正案ISO 5660-1 AMD 1:2019，标准技术内容与国际标准技术水平一致。ISO 5660-1:2015整合了ISO 5660-2:2002（废止）的技术内容，除技术内容的增加外，国家标准技术内容除少数技术差异外，其余技术内容与ISO标准化文件的内容保持一致。

2. 修订变化及依据

（1）术语和定义

1）辐射照度 irradiance

辐射照度指“试样单位面积上接收的辐射热通量”。

2007版标准中将术语“辐射照度”定义为“<在表面上一点>入射到试样表面某点处的面元上（包括该点和该单元区域）的辐射通量除以该面元的面积”。本次修订过程中，参照GB/T 31156-2014、GB/T 33677-2017等简化了该术语的表述。

2）材料 material

2007版标准中将术语“建筑材料”定义为“单一物质或均匀分布的混合物。如金属、石材、木材、混凝土、矿纤和聚合物”。本次

修订过程中,编制组专家及标委会委员认为该术语定义应遵循英文“material”本义,不对其加限制性修饰语,将术语改为“材料”。同时依据GB/T 1.1-2020,将附加信息“如金属、石材、木材、混凝土、矿纤和聚合物”以“示例”的形式表述。

3) 制品 product

制品指要求给出相关信息材料、复合材料或组件。

2007版标准中将术语“建筑制品”定义为“要求给出相关信息的建筑材料、复合材料或组件”。本次修订过程中,编制组专家及标委会委员认为该术语定义应遵循英文“product”本义,不对其加限制性修饰语,将术语改为“制品”。

(2) 试验装置要求

1) 排气能力

ISO 5660-1:2015将排气系统的排气流量要求更改为不小于 $0.035 \text{ m}^3/\text{s}$ 。因此本次修订与采标标准保持一致,同时考虑燃烧试验产物存在影响环境安全的物质,将排气系统的排气能力要求修改为“在标准温度和压力条件下,系统的排气流量应不小于 $0.035 \text{ m}^3/\text{s}$ ”。

2) 一氧化碳和二氧化碳测量

依据采标标准ISO 5660-1:2015,修订标准在试验装置部分增加了“烟气遮挡测量系统”“烟气系统热电偶”“滤光片”相关技术要求,用于本试验方法中动态产烟数据的测量。同时,在试验装置部分增加了“可选一氧化碳和二氧化碳测量模块”,并在资料性附录G中描述了相关装置、测试过程和计算方法。

(3) 制品的测试要求

国际标准化组织在总结多年来文献资料和学者经验基础上，完善了受到外部热辐射可能发生膨胀现象的制品的测试要求。依据采标标准ISO 5660-1:2015，本次修订与采标标准保持一致，对于采用4根金属丝也无法限制试样发生严重变形的情况，规定了使用图1所示格栅开展试验的技术要求，格栅“由 (0.8 ± 0.1) mm的细金属丝制成，金属丝间距为 (20 ± 2) mm”。对于需要采用约束方式达到安装密度条件后进行试验的材料（如纤维），规定了利用钢丝笼结构辅助试验的要求，钢丝笼结构如图2所示。在第8章增加了“需要在约束下测试的材料的制备”技术要求。

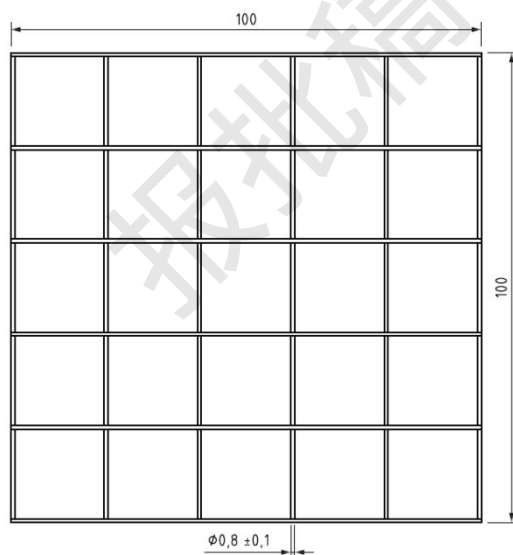


图 1 格栅

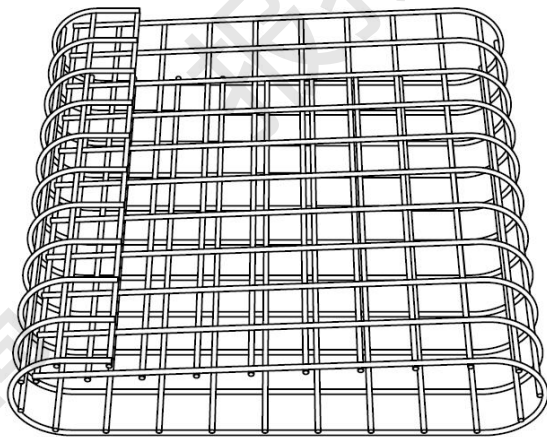


图2 需要在约束条件下测试的材料用钢丝笼

(4) 标定

本试验方法增加了动态产烟数据的测量，在第10章“标定”部分增加了用于测量燃烧产生烟雾的烟密度计的标定要求（见10.3）。

(5) 试验步骤

试验期间不发生燃烧，产烟速率数据也有意义，因此标准修订时明确指出“如果试样未发生引燃，产烟速率试验数据仍有效”。同时以“注”的形式给出附加信息：可开展无引火源的非标准试验，用于评估不发生燃烧条件下的产烟速率。

(6) 计算

需要在约束下测试的材料，试验时不使用定位架，其暴露表面积与使用定位架的情况不同。对于试样不使用定位架开展试验的情况，单位面积热释放速率计算时 A_s 取值为 0.01 m^2 。

增加了动态产烟数据的测量后，同时增加了相关产烟数据参数的计算方法，如消光系数、烟密度计处的体积流量、未燃烧期间（引燃前）和燃烧期间暴露试样单位面积的产烟总量等。

(7) 资料性附录

为了辅助本标准的使用者掌握基于耗氧原理的本试验方法技术内容，与采标的国际化标准ISO 5660-1:2015保持一致，本标准增加了资料性附录B“补充计算——样品比消光面积质量损失率归一化”和附录H“引燃的有效临界辐射照度计算”。

(8) 比对试验

参与比对试验的实验室为应急管理部天津消防研究所的第六研究室实验室（装置品牌型号：FTT）和国家固定灭火系统和耐火构件质量检验检测中心相关实验室（装置品牌型号：FTT-icone2）、应急管理部四川消防研究所的第一研究室实验室（装置品牌型号：FTT）、中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室（装置品牌型号：莫帝斯科）、山东非金属材料研究所兵器工业非金属材料理化检测中心实验室（装置品牌型号：FTT）、建研防火科技有限公司建筑安全与环境国家重点实验室（装置品牌型号：莫帝斯科）。6个实验室中包括2个国家级实验室、1个国家级检验检测实验室。比对试验获得的主要数据见表3。

表 1 比对试验数据

实验室序号	辐射照度	质量	点燃时间	$\dot{q}_{A,max}$	$\dot{q}_{A,180}$	放热总量	总产烟量	质量损失率
	kW/m ²	g	s	kW/m ²	kW/m ²	MJ/m ²	m ²	%
1	25	280.7	140	432.63	259.87	644.37	25.43	87.37
		290.5	131	433.27	250.15	649.98	25.90	85.26
		286.6	149	457.29	253.20	662.51	27.52	85.45

	50	284.0	33	820.37	422.72	838.94	39.39	100.05
		287.6	31	835.68	434.58	841.11	40.81	100.00
		290.6	36	840.82	449.12	861.34	40.25	99.71
2	25	291.5	107	481.17	309.52	654.17	18.68	84.94%
		296.6	115	452.32	295.24	630.90	19.50	80.28%
		292.6	109	457.05	308.46	640.90	22.90	81.65%
	50	287.3	32	882.94	533.30	774.17	31.20	99.86%
		285.2	31	902.13	540.74	783.08	35.50	99.93%
		287.6	30	912.45	545.78	790.94	28.98	99.79%
3	25	282.2	74	531.12	278.61	730.59	24.05	92.25
		286.5	76	502.86	243.27	690.24	26.72	88.15
		288.9	85	499.55	258.01	673.08	30.37	82.48
	50	292.6	22	721.78	413.84	706.90	31.56	100.85
		282.1	24	744.28	363.59	692.19	29.63	99.51
		291.4	23	761.67	412.22	699.10	31.87	99.60
4	25	305.9	66	430.56	272.00	617.41	20.80	93.85
		300.3	73	454.84	265.02	631.17	50.30	95.00
		301.	72	437.9	247.32	624.01	51.50	93.87
	50	302.0	25	761.99	492.03	643.22	21.10	94.93
		315.0	21	736.37	480.94	639.87	32.40	90.83
		302.0	21	745.19	481.28	647.16	30.70	94.77
5	25	286.5	87	497.95	240.70	617.51	16.40	99.76%
		286.7	78	526.78	288.63	656.78	33.80	99.48%
		289.3	80	468.66	288.39	657.97	16.50	99.62%
	50	284.0	33	758.56	535.24	603.33	42.00	99.65%
		296.2	27	806.65	423.93	615.27	57.40	99.32%
		280.8	26	830.60	424.46	605.21	47.60	99.64%
6	25	292.0	118	480.46	296.61	617.96	21.84	78.62%

		292.0	104	466.30	291.69	622.42	23.45	81.27%
		287.2	99	475.43	303.20	644.93	21.01	83.36%
	50	285.8	26	828.49	524.42	760.59	33.00	100.00%
		284.1	26	847.94	513.94	757.96	32.91	99.70%
		281.6	27	806.70	485.25	750.45	33.75	100.14%

注：实验室使用装置说明如下。

1——应急管理部天津消防研究所（装置品牌：FTT）

2——应急管理部四川消防研究所（装置品牌：FTT）

3——山东非金属材料研究所（装置品牌：FTT）

4——中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室（装置品牌：莫帝斯科）

5——建研防火科技有限公司（装置品牌：莫帝斯科）

6——国家固定灭火系统和耐火构件质量检验检测中心（装置品牌：FTT-icone2）

采用厚度为25 mm的黑色PMMA开展比对试验。试验比对采用了国内外不同实验装置，如FTT、莫帝斯科两个品牌3种型号的装置。试验数据包括点燃时间、单位面积热释放速率的最大值($q_{A,max}$)、180 s内的单位面积平均热释放速率($q_{A,180}$)、总放热量、总产烟量和质量损失率。标准修订的主要变化是整合了ISO 5660-2:2002中关于烟气的相关测试及计算，本次比对试验也对烟气数据进行了采集。试验数据表明，黑色PMMA是较好的检查锥形量热仪性能可重复性的试样；我国广泛使用的按照标准生产的锥形量热仪装置在相同辐射照度下的重复性较好，标准可提供稳定可靠的燃烧性能数据，是材料燃烧性能测试及评价的重要依据。

表4 标准修订内容对照表

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
标准 名称	建筑材料热释放速率和产烟速率试验方法	标准 名称	建筑材料热释放速率试验方法	增加了产烟速率试验方法的技术内容，

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
				标准名称也做相应更改。
1 范围	本文件描述了采用外部点火器，试样在水平定位、设定热辐射等级条件下的热释放速率和动态产烟速率的试验方法。 本文件适用于评价建筑材料、交通工具内饰材料、家居材料、电子产品材料等材料及制品的燃烧性能。	1 范围	本标准规定了采用外部点火器，试样在水平定位受到可控制等级的热辐射时，测定热释放速率的方法。热释放速率的测量是通过燃烧产物气流中氧气浓度计算出的氧消耗量和燃烧产物的流量来确定的，同时也对试样引燃（持续有焰燃烧）时间进行了测量。	增加了“动态产烟速率”。修改范围内容表述更为简洁。
2 规范性引用文件	GB/T 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境（GB/T 2918-2018，ISO 291:2008，MOD） GB/T 5907 消防词汇（所有部分） GB/T 40238 建筑材料及制品燃烧试验基材选取、试样状态调节和安装要求	2 规范性引用文件	GB/T 2918 塑料试样状态调节和试验的标准环境 ISO 554 调节和/或试验用标准环境 ISO 13943 消防安全 术语 ISO/TR 14697 建筑制品衬底的选择指南	2024年5月9日国际标准化组织 ISO 启动了撤销 ISO 14697-2007 的投票。GB/T 40238 为非采标国家标准，该标准对建筑材料及制品燃烧试验的基材选取和试样状态调节的技术内容满足本试验方法要求。因此鉴于国际标准 ISO 14697 目前的状态，为增加可操作性，便于本文件的应用，采用国家标准替换2个国际标准。
3.4	材料 material	3.5	建筑材料 material	为了与 ISO 文件适用范围一致，不再限定标准应用范围为

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
				建筑材料。
3.8	制品 product	3.8	建筑制品 product	为了与 ISO 文件适用范围一致,不再限定标准应用范围为建筑制品。
3.10	持续燃烧 sustained flaming 在试样表面或其上方出现的火焰持续时间超过 10 s 的燃烧现象。	3.10	持续燃烧 sustained flaming 在试样表面或其上方出现的持续时间超过 10 s 的火焰。	按专家意见修改,并与闪燃、短暂燃烧的定义表述保持一致。
3.11	短暂燃烧 transitory flaming 在试样表面或其上方出现的火焰持续时间介于 1 s ~ 10 s 的燃烧现象。	3.11	短暂燃烧 transitory flaming 在试样表面或其上方出现的持续时间介于 1 s ~ 10 s 的火焰。	按专家意见修改,并与闪燃、持续燃烧的定义表述保持一致。
3.12	烟气遮挡程度 smoke obscuration 光穿过烟气时其强度的减弱程度。 注:用百分比表示。	无	无	采 标 标 准 ISO 5660-1:2015 增加了 ISO 5660-2:2002 的内容。本标准也增加相关技术内容。
3.13	消光系数 extinction coefficient 单位光程中,入射光强度与透射光强度之比的自然对数。	无	无	同上
3.14	产烟速率 smoke production rate 测量点的烟气体积流速与消光系数的乘积。	无	无	同上
3.15	产烟量 smoke production 产烟速率在一定时间内的积分值。	无	无	同上
4 符号	增加 A、D'、F、I ₀ /I、k、k ₁ 、k ₂ 、k _m 、L、M、P _s 、P _{s,A} 、S、S _A 、S _{A,1} 、S _{A,2} 、 $\dot{V}_S$ 、 ρ 、	4 符号	无	同上

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	σ。			
5 试验 原理	本试验方法基于耗氧原理，净燃烧热和燃烧所消耗的氧气质量成比例，即每消耗 1 kg 的氧气释放出的热量大约为 13.1×10^3 kJ。在环境空气、设定外部辐射照度（0 kW/m² 到 100 kW/m²）条件下，测量试样燃烧时氧气浓度和烟气流量。本试验方法的背景资料、装置及测量原理等见附录 A。 本试验方法通过有代表性的小试样评估制品对火反应的热释放速率特性。热释放速率是通过测量燃烧产物中氧气浓度、燃烧产物的流量后计算氧消耗量而确定的。 烟气测量基于布格定律（Bouguer's Law），当光透射过一定体积的烟气时，光的强度随距离的增大呈指数级下降。在环境空气、设定外部辐射照度（0 kW/m² 到 100 kW/m²）条件下，测量试样燃烧时烟气遮挡程度、排烟气体流速和试样的质量损失速率。烟气遮挡程度是排烟管道中烟气透射光强度的分数，根据布格定律计算消光系数。产烟速率为测量点的烟气体积流速	5 试验 原理	本试验方法建立在观测基础上，一般来说，净燃烧热和燃烧所消耗的氧气质量成比例。这个关系是每消耗 1 kg 的氧气释放出的热量大约为 13.10×10^3 kJ。在环境大气条件下，将试样置于规定的 0 kW/m² ~ 100 kW/m² 的外部热辐射条件下，测量其燃烧时氧气浓度和排气流量。 本试验方法是通过有代表性的小试样，来评估试验制品对火反应时的热释放速率特性。	依据 ISO 5660-1:2015 增加了试验原理对产烟速率测量原理的内容，同时修改了试验原理叙述，更加简洁、明了。

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	与消光系数的乘积，产烟量为产烟速率在一定时间内的积分值。产烟量与试样面积成正比，测试报告中产烟量和产烟速率均归一化到单位面积表示，相关补充计算见附录B。 本试验方法是通过有代表性小试样的试验结果评估制品在良好通风条件下的产烟特性。动态产烟速率是通过测量燃烧产物气流导致激光光束的衰减而计算得到的，无论试样是否在燃烧，整个测试过程中都会记录烟气遮挡情况。			
6.1 一般要求	试验装置示意图见图1所示，各部件的详细描述按6.2~6.19的规定。装置响应速度、质量损失测量等相关信息见附录C和附录D。 可以选择加装一氧化碳和二氧化碳的测量模块，用于热释放速率的计算。附录F描述了装置、测试过程和计算方法。 对试样进行垂直定位试验时，试验装置的改动见附录E。	6 试验装置	装置示意图见图1。6.1~6.5中给出了各部件的详细描述。 装置稍加改动，试样便可在铅垂定位上进行试验。改动方式参见附录D。	(1) 悬置段设为6.1，标准格式更规范。 (2) 采标标准 ISO 5660-1:2015 增加了 ISO 5660-2:2002 中关于利用 CO 和 CO₂ 测量模块用于计算热释放速率的相关内容，本标准也增加相关技术内容。
6.2	在暴露试样表面的中心部位 50 mm×50 mm 范围内辐射照度应均匀,对于 50 kW/m² 的辐射照度，与中心	6.1	在暴露试样表面的中心部位 50 mm×50 mm 的范围内，辐射照度应均匀，与中心处的辐射照度偏差	依据采标标准 ISO 5660-1:2015。

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	处的辐射照度偏差应不超过±2%。		不超过±2%。	
6.5	根据 10.2.2 中的标定程序进行测量时，称重设备的分辨率为 0.1 g，准确度为±0.3 g 或更好。	6.4	根据 10.2.2 中描述的标定程序进行测量时，称重设备的精度为±0.1 g 或更好。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015 增加了承重设备准确度要求。
6.8	排烟系统的流量应不小于 0.035 m³/s。	6.7	排气系统的流量应不小于 0.024 m³/s。	同上
6.9	除湿装置.....。	6.8	除湿冷阱.....。	除湿方式不限于冷阱。
6.10	采用.....，对于尺寸不稳定的材料其距离应为 (48±2) mm (见 7.5)。火花宜连续可见。	6.9	采用.....，对于尺寸不稳定的材料其距离应为 (48±2) mm (见 7.5)。	依据采标标准修正案 ISO 5660-1 AMD 1 2019。
6.13	删除“热流计的精度应为 ±3%”。	6.12	热流计的精度应为±3%。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015。
6.14	对于 5 kW 的热释放速率，流量计或控制器读数的准确度应为±3%。	6.13	相应于 5 kW 的热释放速率，流量计的精度应为读数的±2 %。	“accuracy”翻译为准确度更准确；依据采标标准 ISO 5660-1:2015 更改了准确度数值。
6.17	烟气测量系统	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015 增加 ISO 5660-2:2002 中烟气测量相关装置内容。
6.18	烟气系统热电偶	无	无	同上
6.19	滤光片	无	无	同上
7	制品的测试要求	7	待测制品的要求	根据专家意见修改，表述更准确。
7.5	如果用 60 mm 间距试验时，仍然在引燃前出现试样上表面接触到火花塞，或	7.5	无	依据采标标准修正案 ISO 5660-1 AMD 1 2019。

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	者引燃之后接触到辐射锥下表面的情况,则该试样不适合本文件的试验。			
7.5	如果4根金属丝也无法限制试样发生严重变形,应使用如图8所示的格栅,格栅由 (0.8 ± 0.1) mm的细金属丝制成,金属丝间距为 (20 ± 2) mm。 对于熔融膨胀的材料,若熔融物溢出定位架或从定位架与试样安装架间渗出,则试验结果无效。因此,此类材料试验时不带定位架,应采用厚度为0.1 mm的铝材包裹,且上缘应超出试样表面上缘10 mm。	7.5	无	依据采标标准修正案 ISO 5660-1 AMD 1 2019, 增加采用格栅限制严重变形的试样的要求。增加对熔融溢出试样的测试要求。
7.6	需要在约束条件下测试的材料	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加对需提高密度的试样可采用的方法。
8	试样构建与制备	8	试样制备及准备	
8.1.6	在没有唯一的或特定的基材时,应根据 GB/T 40238 选用适当的基材。	8.1.6	在没有唯一的或特定的基材时,应根据 ISO/TR 14697 选用适当的基材。	增加可操作性,便于本文件的应用
8.1.7	厚度小于6 mm的制品,在试验时应加上能代表其实际应用的基材,使总厚度不小于6 mm。厚度小于6 mm的试样可在特定情况下测试或直接放置在耐火纤维垫上方测试,并应记录在试验报告中。	8.1.7	厚度小于6 mm的制品,在试验时应加上能代表其最终使用条件的基材,使总的试样厚度不小于6 mm。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 实践中厚度小于6 mm的试样在实际应用中并不都连接基材。

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
8.3	制备	8.3	准备	表达更准确。
8.3.2	所有试样(熔融膨胀或需要在约束条件下测试的材料除外,见 8.3.3)应使用图 4 所示定位架进行试验,并按下列步骤准备试样:	8.3.2	所有试样应使用图 4 所示的定位架进行试验,并按下列步骤准备试样:	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 8.3.3 对熔融膨胀或需要在约束条件下测试的材料制备的要求。
8.3.3	需要在约束下测试的材料的制备	无	无	同上
10.1.2	用已知热释放速率的 PMMA 验证引燃后前 3 min 内的平均热释放速率的响应特性。	10.1.2	引燃后,前 3 min 内的平均热释放速率应大约为 530 kW/m ² 。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015,每批次 PMMA 的平均热释放速率偏差较大,删除 530 kW/m ² 的限定要求。
10.1.3	将装有(500±25)g 称重标准件的试样安装架放置在称重设备上(称重标准件取代了在此项标定中没有使用的定位架)。	10.1.3	将装有(250±25)g 的不燃称重标准件的试样安装架放置在称重设备上(称重标准件取代了在此项标定中没有使用的定位架)。	提高不燃称重标准件的质量,依据 2015 版采标标准,承重标准件质量由(250±25)g 改为(500±25)g。
10.1.4	辐射锥温度达到平衡后,移开隔热板,将装有(500±25)g 的称重标准件的试样安装架放置在称重设备上(称重标准件取代了在此项标定中没有使用的定位架)。达到平衡后,至少以 5 s 为时间间隔记录称重设备的输出,用机械或电子方式调零。将质量为(250±25)g 的第二个称重标准件轻轻放置在试样安	10.1.4	辐射锥温度达到平衡后,移开隔热板,将装有(250±25)g 的不燃称重标准件的试样安装架放置在称重设备上(称重标准件取代了在此项标定中没有使用的定位架)。达到平衡后,用机械或电子方式调零。将质量为(250±25)g 的第二个不燃称重标准件轻轻放置在试样安装架上。待达到平衡后,记录	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, (250±25)g 改为(500±25)g,增加记录输出的时间间隔,进一步明确称重设备的输出漂移的计算方法。

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	装架上。待达到平衡后，记录称重设备的输出。30 min 后，再次记录称重设备的输出。称重设备的输出漂移即为初始 12 个数值的平均值和最后 12 个数值的平均值之差的绝对值。		称重设备的输出。30 min 后，再次记录称重设备的输出。称重设备的输出漂移即为初始值和最后值之间的绝对差值。	
10.1.5	删除注。	10.1.5	注：标定氧分析仪滞后时间和响应时间，不需精确地控制甲烷流量，因为滞后时间和响应时间对氧气体积的大小不敏感。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015。
10.1.5	最终偏差是燃烧器点燃（或移除）后氧分析仪 1 min ~ 3 min 内的平均氧浓度。	10.1.5	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015。
10.1.7	评估防护屏对试验结果的影响，应根据第 11 章中描述的程序（不加定位架），用 6 个厚度为 17 mm ~ 26 mm 的黑色 PMMA，在 $(50 \pm 1) \text{ kW/m}^2$ 的辐射照度下进行试验。.....	10.1.7	评估防护屏对试验结果的影响，应根据第 11 章中描述的程序，用 6 个厚度为 $(25 \pm 0.5) \text{ mm}$ 的黑色聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA），在 $(50 \pm 1) \text{ kW/m}^2$ 的辐射照度下进行试验。.....	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，明确不使用定位架，PMMA 厚度不限于 25 mm。
10.2.2	将装有 $(500 \pm 25) \text{ g}$ 称重标准件的试样安装架放置在称重设备上.....称重设备的准确度即为称重标准件的质量和输出值之间的最大差，应优于 0.3 g。	10.2.2	将装有 $(250 \pm 25) \text{ g}$ 的不燃称重标准件的试样安装架放置在称重设备上.....称重设备的精度即为称重标准件的质量和称重设备记录的输出值之间的最大差。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015， (250±25) g 改为 (500±25) g，增加 称重设备准确度要求。
10.3	10.3 烟密度计标定 10.3.1 使用中性密度滤光片标定	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，增加 ISO 5660-2:2002 内

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	10.3.2 试验前标定			容。
10.4.1	见附录 G 的程序之一或 ISO 14934-3 的程序对比参照热流计进行。	10.3.1	应参见附录 E 的程序对比参照热流计进行。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加工作热流计标定也可参照 ISO 14934-3。
10.4.3	标定燃烧器用流量计的准确度应每 6 个月进行 1 次校验。当根据 10.2.4 确定的标定常数, 与前一次流量计标定后首次热释放速率标定测得的标定常数相差大于 5% 时, 也应校验流量计的准确度。流量计准确度的校验, 使用的是 1 支与工作流量计串联的参照流量计, 并按照 10.2.4 进行燃烧器标定。在 3 min 的数据采集期间, 2 支流量计的偏差应在 $\pm 3\%$ 以内。否则, 应按照制造商的建议重新标定工作流量计。 或者, 将甲烷的流量设定为对应于 $q_b = (5 \pm 0.5) \text{ kW}$ 的流速, 关闭甲烷, 用参照质量流量计替换原流量计。打开甲烷并测量流速。两个流量计的偏差应在 $\pm 3\%$ 以内。否则, 应重新标定流量计。	10.3.3	每 6 个月, 应对标定燃烧器用流量计的精度进行校验。根据 10.2.4 确定的标定常数, 与前一次流量计校验后, 首次热释放速率标定测得的标定常数相差大于 5% 时, 也应对流量计的精度进行校验。流量计精度的校验, 使用的是一支与工作流量计串联的参照流量计, 并按照 10.2.4 进行燃烧器标定。在 3 min 的数据采集期间, 两支流量计的不一致性应在 $\pm 3\%$ 以内。如果两个测量之间的差超过 $\pm 3\%$, 那么应对工作流量计进行再标定。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加了校验标定燃烧器用流量计的替代方法。
11.2.6	每次试验前应设置消光系数的零值。	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 ISO 5660-2:2002 内容。
11.2.7	如果点火器顶端有烟尘积	无	无	依据采标标准修正

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	聚，应在试验前清理。			案 ISO 5660-1 AMD 1 2019。
11.3.2	辐射屏蔽板在移入之前应冷却到100℃以下。	11.3.2	注：辐射屏蔽板在移入之前应冷却到100℃以下。	按国际标准格式修改。
11.3.3	对于b)型屏蔽板(见6.3)屏蔽板应在插入后15s之内移去，并开始试验。在1s之内移去屏蔽板，插入并开启点火器。	11.3.3	对于6.2b)屏蔽层，屏蔽层应在插入后10s之内移去，并开始试验。在1s之内移去屏蔽层，插入并开启点火器。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015。同时统一了“屏蔽板”用词。
11.3.4	如果在关闭火花后不到60s之内火焰熄灭，.....	11.3.4	如果在关闭火花塞之后火焰熄灭。.....	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，限定试样火焰熄灭时间。
11.3.5	下列情况下，停止采集数据： a) 持续燃烧32min后(32min包括30min的试验时间和2min的试验后追加数据采集时间)。仅对持续燃烧30min时间段的数据进行分析处理。 b) c) X_{O_2}回到初始氧气浓度值减去100μl/l，持续10min。这10min的开始时间为试验结束时间。 d) 试样的质量在60s内均小于0.1g。这60s的开始时刻即为试验结束时间。	11.3.5	下列情况下，停止采集数据： a) 持续燃烧32min后(32min包括30min的试验时间和2min的试验后追加数据采集时间)；或 b) c) X_{O_2}回到试验前氧气浓度值的0.01%范围内，持续10min。 d) 试样的质量变成零。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，初始氧气浓度值减去100μl/l的要求更易操作，明确持续时间作为的起点，剩余质量“变成零”修改为“小于0.1g”更符合实际应用。
11.3.7	应采用3个试样进行试验并按第13章所述进行报告。应比较3个试样在180s内的平均热释放速率。若其中1个结果与3个的平均值之	11.3.7	应采用3个试样进行试验并按第13章所述进行报告。应对3个试样在180s内的平均热释放速率进行比较。若其中的一个与这3	依据采标标准修正案 ISO 5660-1 AMD 1 2019，“平均值小于10kW/m ² 时除外”是增加了需复测1组试

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	差超过 10%，则应另取 3 个试样进行试验，平均值小于 10 kW/m² 时除外。这种情况下，应报告这 6 个数据的算术平均值。 试样未发生引燃产烟速率试验数据仍有效。每次试验之前应按 11.2 规定的程序校验消光系数的零值。 如果试样熔化溢出试样架，发生爆裂，或者试样过度膨胀并接触火花点火器，或者试样上表面达到锥形加热器下缘平面，则试验数据无效。 注：本文件中热释放速率测量，通常采用引火源强制点燃方式。也可开展无引火源的非标准试验，用于评估不发生燃烧条件下的产烟速率。		个的平均值之差超过 10%，则应另取 3 个试样进行试验。这种情况下，应报告这 6 个数据的算术平均值。 注：如果试样因熔化溢出试样安装架、爆炸性剥落、试样过度膨胀接触到火花点火器或辐射锥下表面，对试验数据的有效性有影响。	样的限定要求，增加 ISO 5660-2:2002 内容“试验期间不发生燃烧，产烟速率数据也有意义，如果试样未发生引燃产烟速率试验数据仍有效。每次试验之前应按 11.2 规定的程序校验消光系数的零值”。同时增加了注。
12.3.3	式中：A_S--试样的初始暴露面积，为 0.00884 m²。未使用定位架的情况（见 8.3.2），A_S取 0.01 m²。	12.3.3	式中：A_S--试样的初始暴露面积，为 0.0088 m²。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，试样的初始暴露面积更精确，增加未使用定位架情况下的初始暴露面积要求。
12.6	烟气遮挡	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，增加 ISO 5660-2:2002 烟气测量计算内容。
13	z) 每个试样未燃烧期间暴露表面的单位面积产烟总量 $S_{A,1}$。	13	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，增加 ISO 5660-2:2002 内

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
	aa)每个试样燃烧期间暴露表面的单位面积产烟总量 $S_{A,2}$ 。 ab)每个试样暴露表面的单位面积产烟总量 $S_A=S_{A,1}+S_{A,2}$ 。 ac)每个试样单位面积产烟速率随时间变化曲线 ($P_{S,A}$, 时间的函数), 标识第一次点燃时间。 ad)试验试样的暴露表面积 (A)。			容。
图 1	标引序号说明:14 烟气测量管段。	图 1	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 ISO 5660-2:2002 内容。
图 4	标引序号说明: 1--4 个方向的定位孔 (建议为 M3 或 10×32 螺丝孔)。	图 4	1--10×32 螺丝孔。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 描述更准确, 并增加螺丝孔尺寸建议。
图 5	排烟系统	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 ISO 5660-2:2002 内容。
图 7	典型烟气测量配置截面图	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 ISO 5660-2:2002 内容。
图 8	格栅	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加格栅示意图。
图 9	需要在约束条件下测试的材料用钢丝笼	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加钢

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
				丝笼示意图。
附录 A	A.7 光源 A.8 光学元件上的烟尘沉积 A.9 光密度计设计 A.10 产烟速率测量原理 A.11 体积流量的计算 A.12 使用校准因子标定烟密度计	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 附录 A 中增加 ISO 5660-2:2002 附录 B 内容。
附录 B	补充计算——试样比消光面积质量损失率归一化	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, ISO 5660-2:2002 中附录 A 增为本标准附录 B。
附录 C	C.6 烟气精密度 C.7 产烟测量中的偏差	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 附录 C 中增加 ISO 5660-2:2002 附录 C 内容。
F.1	已使用过滤器除去样气中的 CO ₂ /CO, 如图 6 所示。实验室具备测量 CO ₂ /CO 的能力时, 不需要从 O ₂ 气路中除去 CO ₂ /CO, 可省去采购化学洗涤剂的高昂费用, 也无需对其进行处理。	F.1	已使用化学洗涤瓶将 CO ₂ 从气样中除去, 如图 6 所示。某些实验室具备测量 CO ₂ 的能力, 在这种情况下就不需要从 O ₂ 管线中除去 CO ₂ , 其优点是可以避免使用价格昂贵并且需要认真处理的化学洗涤剂。	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加 CO, 明确 CO 参与计算热释放速率。
表 F.1	增加 E 、 E_{CO} 、 H 、 p 、 T_a 。	表 F.1	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015, 增加每消耗单位质量氧气的燃烧热、CO 每消耗单位质量氧气的

新修订标准		原标准		理由及依据
标准章 条编号	修改内容	标准章 条编号	GB/T 16172-2007	
				燃烧热、相对湿度、环境压力和环境温度等符号。
F.3.4	公式 G.5 $\dot{q} = 1.10 \cdot E \cdot X_{O_2}^a \left[\frac{\Phi - \left(\frac{E_{CO} - E}{2E} \right) (1 - \Phi) X_{CO} / X_{O_2}}{(1 - \Phi) + 1.105\Phi} \right] \dot{m}_e$	F.3	公式 F.5 $\dot{q} = 1.10 \left(\frac{\Delta p}{p_0} \right) X_{O_2}^a \left[\frac{\Phi - 0.172(1 - \Phi) X_{CO} / X_{O_2}}{(1 - \Phi) + 1.105\Phi} \right] \dot{m}_e$	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，修改 GB/T 16172-2007 公式中的编辑性错误，由确定常数值改为计算。
F.3.4	增加公式 F.8	F.3	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，增加公式 G.7 中 $X_{H_2O}^0$ 的计算公式。
F.4	公式 F.11 $\dot{q} = \frac{M_{O_2}}{M_e} \cdot E \cdot (1 - X_{H_2O}) X_{O_2}^a \left[\Phi - \left(\frac{E_{CO} - E}{2E} \right) (1 - \Phi) \left(\frac{X_{CO}}{X_{O_2}} \right) \left(\frac{1 - X_{O_2} - X_{CO} - X_{H_2O}}{1 - X_{O_2} - X_{CO}} \right) \right] \dot{m}_e$	F.4	公式 F.10 $\dot{q} = \frac{M_{O_2}}{M_e} \left(\frac{\Delta p}{p_0} \right) (1 - X_{H_2O}) X_{O_2}^a \left[\Phi - 0.172(1 - \Phi) \left(\frac{X_{CO}}{X_{O_2}} \right) \left[\frac{1 - X_{O_2} - X_{CO} - X_{H_2O}}{1 - X_{O_2} - X_{CO}} \right] \right] \dot{m}_e$	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，由确定常数值改为计算。
附录 H	引燃的有效临界辐射照度计算。	无	无	依据采标标准 ISO 5660-1:2015，提供了有效临界辐射照度计算方法。

三、与法律法规及其他强制性标准的关系，配套推荐性标准的制定情况

(一) 与法律法规及其他强制性标准的关系

基于耗氧原理的本试验方法与“建筑材料或制品的单体燃烧试验方法”“火灾试验 表面制品的实体房间火试验方法”是测试建筑、装饰材料燃烧性能的核心试验方法。本试验方法标准被3项强制性国家标准规范性引用。具体情况如下：

表 5 相关强制性国家标准

序号	标准号	标准名称	发布日期	实施日期
1	GB 8624-2012	建筑材料及制品燃烧性能分级	2012-12-31	2013-10-01
2	GB 20286-2006	公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识	2006-06-19	2007-03-01
3	GB 5135.15-2008	自动喷水灭火系统 第15部分：家用喷头	2008-06-04	2009-06-01

本试验方法被GB 8624-2012《建筑材料及制品燃烧性能分级》、GB 20286-2006《公共场所阻燃制品及组件燃烧性能要求和标识》等强制性国家标准规范性引用（不带年代号），广泛应用于材料燃烧性能分级和公共场所阻燃制品及组件的燃烧性能评价，用于进行材料燃烧性能分级。在建筑材料及制品的产品研发、防火性能评估、实施消防监督等领域发挥了重要作用。本试验方法标准还被GB 5135.15-2008《自动喷水灭火系统 第15部分：家用喷头》和XF 1149-2014《细水雾灭火装置》规范性引用，用于规定产品火灾试验中使用材料性能要求。其中，GB 5135.15-2008修改采用ISO 6182-10:2006，将ISO标准中不注日期引用文件替换为国家标准GB/T 16172。

此外，规范性引用本试验方法标准的还有推荐性国家标准GB/T 42924.1-2013《塑料 烟雾产生 燃烧流腐蚀性的测定 第1部分：通用术语和应用》、GB/T 31593.2-2015《消防安全工程 第2部分：所需数据类型与信息》和GB/T 34749-2017《木材及木质复合材料耐火试验方法 锥形量热仪法》，指导性国家标准GB/Z 5169.32-2013《电工电子产品着火危险试验 第32部分：热释放 绝缘液体的热释

放》，推荐性行业标准XF/T 812-2008《火灾原因调查指南》、HG/T 5367.1-2018《轨道交通车辆用涂料 第1部分：水性涂料》、JG/T 158-2013《胶粉聚苯颗粒外墙外保温系统材料》、JG/T 228-2007《现浇混凝土复合膨胀聚苯板外墙外保温技术要求》等。

（二）配套推荐性标准的制定情况

本标准为推荐性国家标准，无配套的推荐性标准。

四、与国际标准化组织、其他国家或地区有关法律法规和标准的对比分析（或与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况）

（一）与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

在标准制订过程中收集了热释放速率试验方法相关的国际系列标准。

报批标准采用国际标准情况

国际标准ISO 5660-1:2015《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第1部分：热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）》及其代替标准的历次版本发布情况为：

——1993年首次发布为ISO 5660-1:1993《对火反应试验 第1部分 建筑制品热释放速率（锥形量热仪法）》。同年发布了其技术勘误ISO 5660-1:1993/Cor1:1993；

——2002年第一次修订时，合并了1993版标准的技术勘误内容，发布为ISO 5660-1:2002《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第1部分：热释放速率（锥形量热仪法）》；

——2015年为第二次修订，合并了该系列标准的第2部分ISO

5660-2:2002《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第2部分：产烟速率（动态测量）》，发布为ISO 5660-1:2015《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第1部分：热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）》。2019年发布了2015版标准文件的修正案（ISO 5660-1 AMD 1 2019）。

报批标准修改采用国际标准ISO 5660-1:2015。同时符合国际化标准组织2019年发布的标准修正案（ISO 5660-1 AMD 1 2019）。

国际系列标准情况

系列标准ISO 5660《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率》现行版本共分4个部分（ISO 5660-2:2002已撤销并入ISO 5660-1:2015）：

- 第1部分：热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）（ISO 5660-1:2015）；
- 第3部分：测量指南（ISO/TS 5660-3: 2012）；
- 第4部分：低水平热释放的测量（ISO/TS 5660-4: 2016）；
- 第5部分：贫氧气氛下热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）（ISO/TS 5660-5: 2020）。

国家标准修改采用国际标准ISO 5660-1:2015，该国际系列标准的其他部分现行版本包括ISO/TS 5660-3:2012、ISO/TS 5660-4:2016和ISO/TS 5660-5:2020，由于标准化对象涉及的技术内容仍处在发展阶段或未达形成标准所需要的协商一致等原因，这几部分标准均为在委员会阶段通过的、未来有可能形成标准的标准化文件——

技术规范。

表 6 系列标准 ISO 5660“对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率”

各部分说明

标准号	文件类别	名称	装置	功能
ISO 5660-1: 2015	标准	对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第 1 部分：热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）	锥形量热仪	通风良好状态下，材料热释放速率和产烟速率测量
ISO/TS 5660-3:2012	技术规范	对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第 3 部分：测量指南	锥形量热仪	锥形量热仪应用指导
ISO/TS 5660-4:2016	技术规范	对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第 4 部分：低水平热释放的测量	改装的锥形量热仪	低水平热释放样品热释放速率、产烟量及质量损失速率测量
ISO/TS 5660-5:2020	技术规范	对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第 5 部分：贫氧气氛下热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）	改装的锥形量热仪	氧气供应不足条件下，材料热释放速率和产烟速率测量

ISO 5660 系列标准的其他部分技术内容的详细对比分析如下：

（1）ISO/TS 5660-3:2012《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第3部分：测量指南》

ISO/TS 5660-3:2012 的上一版是 ISO 5660-1:2002 的技术报告

(ISO/TR 5660-3:2003)。ISO/TS 5660-3:2012更详细地说明了锥形量热仪应用于建筑产品的可行性和局限性,汇编了大量经验资料,并提供了应用于其他类型产品的解决方案,有助于锥形量热仪在更广泛范围内的应用。ISO/TS 5660-3:2012对试样制备和试样暴露于热辐射后的情况(融化、剥落和膨胀)给出了特别的指导;讨论了试样厚度和基材之间的关系以及基材固定的方法;给出了测试一系列“非标准”产品的建议,如非平板类、液体、受热膨胀、受热流淌、受热收缩等试样;标准还给出了辐射强度选择的方法及常见材料用辐射强度建议、测试时间较短的试样测试建议、锥形量热仪各部分(包括热流计、氧分析仪、孔板系数、烟气测量系统等)的校准频率建议、如何判断测试的开始和终止以及测试数据呈现的详细建议。

附录A列举了利用锥形量热仪数据预测全尺寸实验数据的已有文献,如全尺寸墙角火试验(ISO 9705:1993)、单体燃烧试验(EN 13823:2010)、塑料的全尺寸试验、软垫家具的全尺寸试验预测和CFD模型预测。附录B给出了材料中添加剂和填料对热释放的影响。附录C讨论了不同放热水平下的总放热和峰值放热速率的估计不确定度,认为ISO 5660-1:2002适用于测试总放热超过15 MJ/m²的材料。

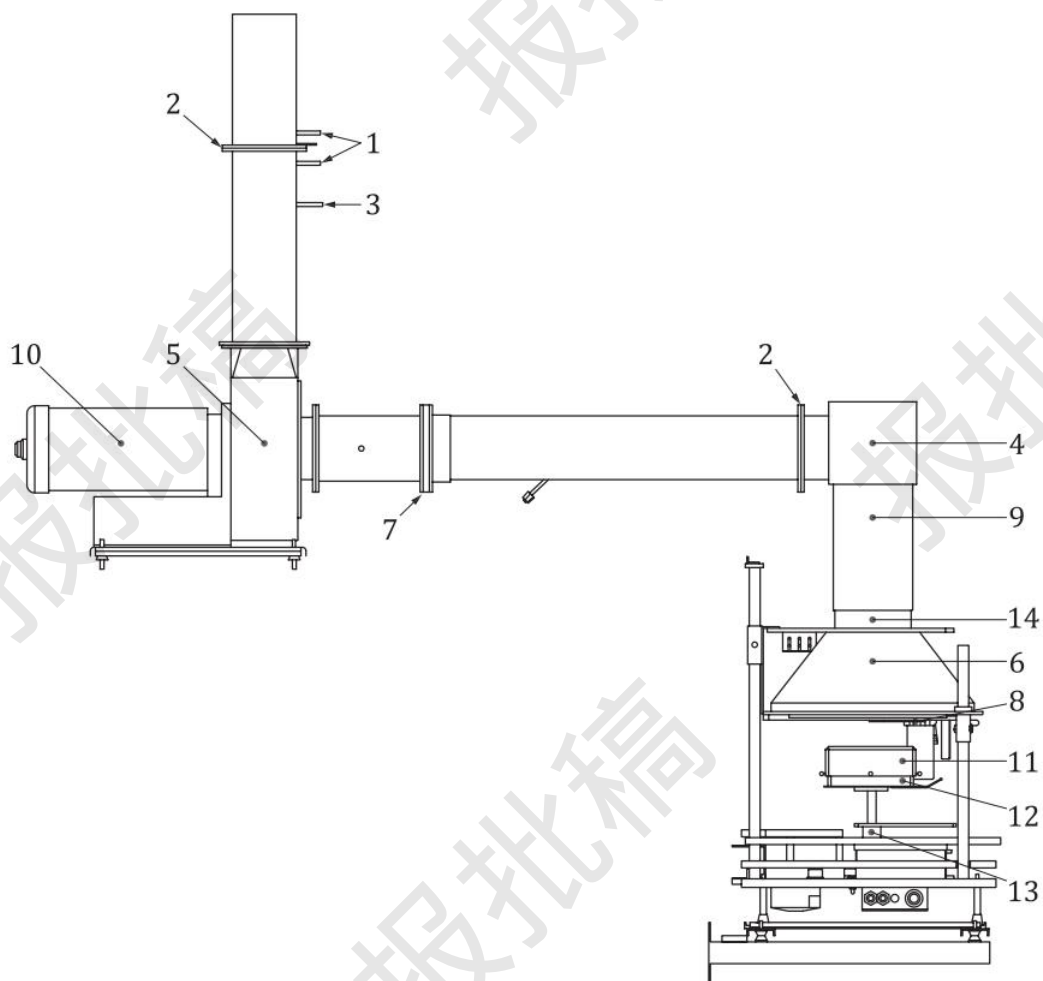
(2) ISO/TS 5660-4:2016《对火反应试验 热释放、产烟量及质量损失速率 第4部分:低水平热释放的测量》

ISO/TS 5660-4:2016是低水平热释放样品热释放速率、产烟量及质量损失速率试验方法技术规范。该标准是ISO 5660-1:2015所规定技术内容的补充,规定了一种评估材料和产品在暴露于典型严

重火灾的高辐射水平时释放热量较低的方法,这种辐射水平通常为高辐射水平。

与ISO 5660-1:2015相同,热释放速率不是直接测量得到,而是使用经验得出的将热释放量与测量的氧气消耗量联系起来的比例常数进行理论计算。它与ISO 5660-1:2015的不同之处在于规定了具体的样品尺寸、样品夹持器、样品取向、O₂分析的体积流率和进行检测的辐射照度等内容。ISO/TS 5660-4:2016所述的试验方法适用于仅含有少量可燃成分的产品和材料,例如热释放速率峰值 $<200\text{ kW/m}^2$ 、总热释放量为 0.75 MJ/m^2 至 15 MJ/m^2 的试验样品。

为了实现低热释放量样品热释放速率和产烟速率测量,锥形量热仪需要改进(改进后的试验装置示意图见图3),加装了尺寸较大的辐射锥,构造方式使其能够在试样表面上产生高达 80 kW/m^2 的辐照强度。辐照强度应在暴露的试样表面中心 $100\text{ mm}\times 100\text{ mm}$ 区域内均匀,在 $\pm 2\%$ 以内,在整个试样表面上均匀,在 $\pm 3\%$ 以内。试样安装架及定位架尺寸需要改变(改变后的试样安装架及定位架如图4、图5所示)。试样安装架应为方形盘状,顶部外尺寸为 $(156\pm 1)\text{ mm}\times (156\pm 1)\text{ mm}$,深度为 $(25\pm 1)\text{ mm}$ 。定位架内部尺寸为 $(161\pm 1)\text{ mm}$,高度为 $(54\pm 1)\text{ mm}$ 。试样面的开口应为 $(144.0\pm 0.5)\text{ mm}$ 的正方形。



标引序号说明：

- 1—— 压力孔；
- 2—— 孔板；
- 3—— 热电偶（位于烟道中心线）；
- 4—— 集烟罩；
- 5—— 风机；
- 6—— 辐射锥；
- 7—— 环形取样器；

- 8—— 火花塞；
- 9—— 垂直连接部分；
- 10—— 风机的电机；
- 11—— 定位架和试样；
- 12—— 试样安装架；
- 13—— 称重设备；
- 14—— 膨胀法兰。

图3 试验装置示意图

单位为毫米

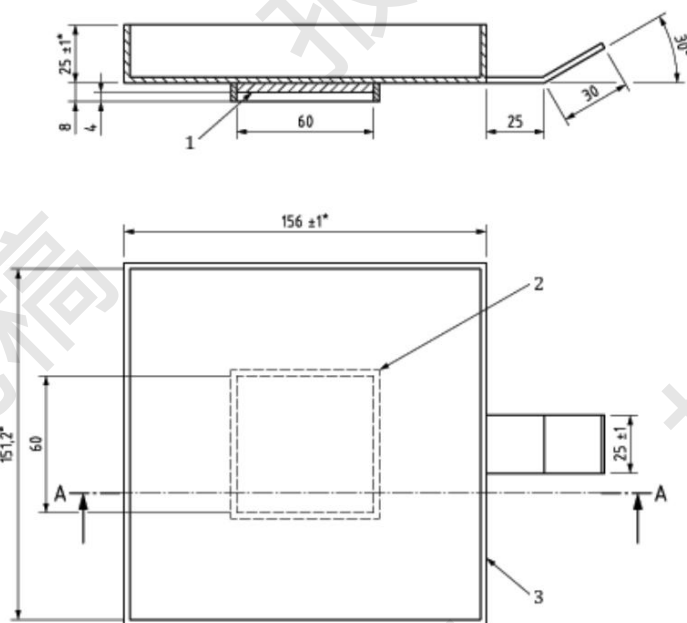


图4 试样安装架

单位为毫米

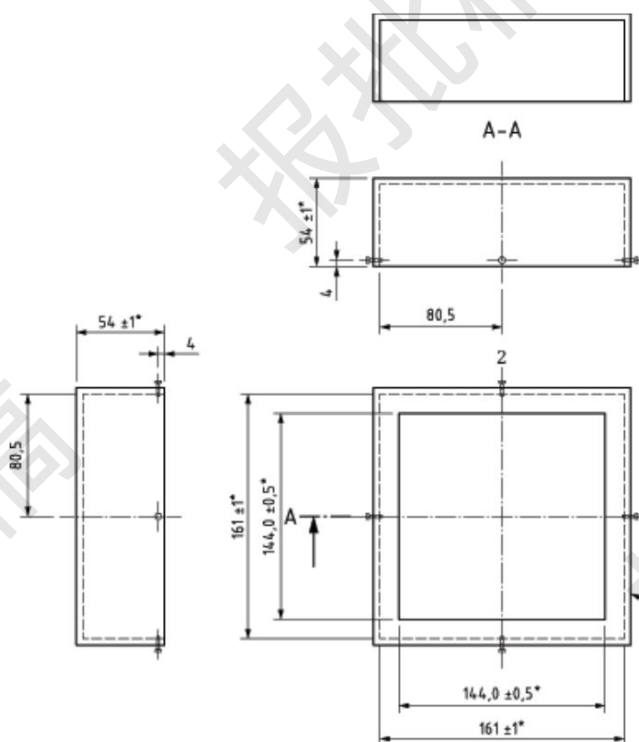
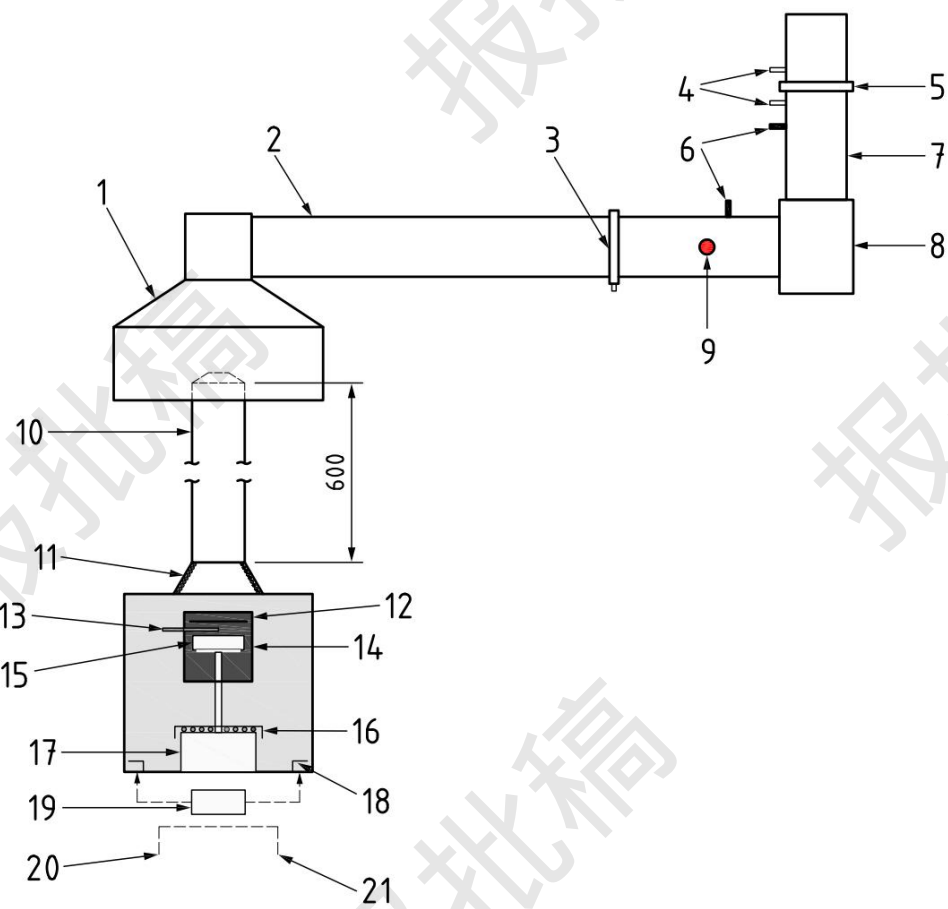


图5 定位架

(3) ISO/TS 5660-5:2020 《对火反应试验 热释放、产烟量及

质量损失速率 第5部分：贫氧气氛下热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）》

ISO/TS 5660-5:2020是贫氧气氛下热释放速率（锥形量热仪法）和产烟速率（动态测量）试验方法技术规范。该标准是ISO 5660-1:2015所规定技术内容的补充，规定了测量贫氧状态下对火反应试验的装置和程序，其测量系统同样基于锥形量热仪。为了实现在贫氧环境下试样热释放速率和产烟速率测量，改进锥形量热仪（改进后的试验装置示意图见图6），加装了可以控制气体供给的配气室，即可以控制供给配气室的氧气体积浓度或通过控制供给配气室中大气的总体积来实现测试环境中不同的贫氧环境（降低氧气浓度，氧气体积浓度低于20.95%的范围）。依据该技术文件可以通过连续测量计算热释放速率、烟气和特定气体产生速率以及质量损失速率，同时测量引燃时间，并获得了引燃特性，也可确定暴露于给定辐射强度水平和给定氧气含量的试样的热解参数。该装置不适用于氧气浓度在20.95%以上的富氧条件。



标引序号说明：

- 1—— 集烟罩；
- 2—— 排烟管道；
- 3—— 气体取样环
- 4—— 压力孔；
- 5—— 孔板；
- 6—— 热电偶；辐射锥；
- 7—— 烟囱；
- 8—— 风机；
- 9—— 激光消光光束；
- 10—— 烟囱；
- 11—— 辐射锥；

- 12—— 辐射屏蔽罩；
- 13—— 防护屏（可选）；
- 14—— 点火电路；
- 15—— 试样安装架和试样；
- 16—— 水冷屏蔽；
- 17—— 称重设备；
- 18—— 挡板
- 19—— 质量流量计
- 20—— 空气
- 21—— 氮气

图6 试验装置示意图

（二）以国际标准为基础的起草情况

1. 与国际标准指标差异情况及理由

本试验方法标准对应的国际标准有ISO 5660-1:2015、ASTM E 1354-2023。本标准修改采用国际标准ISO 5660-1:2015（2020年最后一次确认），同时符合国际标准化组织2019年发布的标准修正案（ISO 5660-1 AMD 1 2019）。

由于“产烟量”是产烟速率在一定时间内的积分值，定义中包含了术语条目中已定义的术语“产烟速率”，为了方便参看相应术语条目，将“产烟速率”术语调整到“产烟量”之前。本文件与ISO 5660-1:2015相比做了下述结构调整：

- 1) 第3章的3.14对应ISO 5660-1:2015中第3章的3.15；
- 2) 第3章的3.15对应ISO 5660-1:2015中第3章的3.14；
- 3) 第6章的6.19中的公式增加编号（1），后续公式序号顺次调整。

本文件与ISO 5660-1:2015的技术差异及其原因如下：

- 1) 技术差异一：更改了试验装置外部热辐射条件范围（见第5章、6.2）。自本标准第一版发布以来，基于耗氧原理的锥形量热仪在国内广泛使用，用于材料燃烧性能研究及防火阻燃材料产品研发。本标准的上一版GB/T 16172-2007/ISO 5660-1:2002，等同采用国际标准ISO 5660-1:2002，试验装置能力范围是辐射锥在试样表面能提供0~100 kW/m²的外部热辐射。因其他国家电力水平无法保证装置能力达到100 kW/m²的外部热辐射，国际标准化组织将装置能力修改为75 kW/m²，并要求使用该国际标准的国家参与标准技术要

求修改的决策，各国均未提出反对意见。经调研，国内试验装置能力范围均可提供 100 kW/m^2 的外部热辐射条件，且在材料生产及应用领域有开展 $75\text{ kW/m}^2 \sim 100\text{ kW/m}^2$ 条件下试验的实际需求，因此国家标准对于试验装置能力范围保持原来的 100 kW/m^2 ，不作修改。

2) 技术差异二：用规范性引用文件GB/T 40238替换了国际标准ISO 14697（见8.1.6）。ISO 5660-1:2015规范性引用不注日期的ISO标准化文件ISO 14697。

GB/T 40238-2021“建筑材料及制品燃烧试验基材选取、试样状态调节和安装要求”为非采标国家标准，规定了建筑材料及制品燃烧试验的基材选取、试样状态调节和安装要求。

ISO 14697-2007 “Fire tests — Guidance on the choice of substrates for building products”规定了建筑制品燃烧试验基材选取要求，2024年5月9日国际标准化组织启动了撤销该标准的投票。鉴于国际标准目前的状态（95.60），同时考虑我国已有适用于建筑材料及制品燃烧试验的相关国家标准，故采用国家标准GB/T 40238替换该国际标准。

3) 技术差异三：用规范性引用文件GB/T 40238替换了国际标准ISO 554（见8.2）。ISO 5660-1:2015规范性引用不注日期的ISO标准化文件ISO 554。

现行国际标准ISO 554:1976“Standard atmospheres for conditioning and/or testing — Specifications”规定了试样状态调节和试验用标准大气环境条件，于1976年发布实施，标龄已将近50年。

国家标准GB/T 40238第4章4.1“通用要求”部分的环境要求“温度（23±2）℃、相对湿度（50±5）%”，与ISO 554:1976的技术要求基本一致。因此为增加可操作性，便于本文件的应用，采用国家标准替换该国际标准。

4) 技术差异四：更改了需要养护超过1周才能达到稳定的材料的养护要求。将推荐根据ISO 291养护后试验更改为要求依据GB/T 2918（GB/T 2918-2018修改采用ISO 29:2008）养护后进行试验（见8.2），提高试验的严谨性及可操作性，便于本文件的应用。

表 7 国家标准与国际标准差异表

新修订国家标准 结构编号	技术差异	理由及依据
5	更改了试验装置外部热辐射条件范围 （0kW/m ² ～100 kW/m ² ）	国内试验装置能力范围均可提供 100 kW/m ² 的外部热辐射条件，且在材料生产及应用领域有开展 75 kW/m ² ～100 kW/m ² 条件下试验的实际需求
8.1.6	用 GB/T 40238 代替了 ISO 14697	ISO 14697 已被撤销
8.2	用 GB/T 40238 代替了 ISO 554	ISO 554 标龄已将近 50 年，且 GB/T 40238 中的环境要求“温度（23±2）℃、相对湿度（50±5）%”，与 ISO 554 的技术要求一致
8.2	更改了需要养护超过 1 周才能达到稳定的材料的养护要求	将推荐根据 ISO 291 养护后试验更改为要求依据 GB/T 2918 养护后进行试验，提高试验的严谨性及可操作性，便于本文件的应用

2. 国外先进标准情况及对比

目前国外材料热释放速率和产烟速率试验方法相关的先进标准有：

a) 美国ASTM E 1354-23 (Standard Test Method for Heat and Visible Smoke Release Rates for Materials and Products Using an Oxygen Consumption Calorimeter) ；

b) 英国标准BS ISO 5660-1:2015+A1:2019 (Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate —Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method) and smoke production rate (dynamic measurement))；

c) 法国标准NF P92-190-1-2015 (Reaction-to-fire tests — Heat release, smoke production and mass loss rate — Part 1: Heat release rate (cone calorimeter method) and smoke production rate (dynamic measurement)) 及其修改单NF P92-190-1 A1 2020。

(1) ASTM E 1354-23

美国材料与试验协会标准ASTM E 1354:2023《用耗氧量热仪测定材料和产品的热释放速率和产烟速率的标准试验方法》与ISO 5660-1:2015的技术差异情况如下：

1) 术语和定义。标准ASTM E 1354-23中列出的“持续火焰”(sustained flaming)的定义与本标准定义明显不同：ASTM E 1354-23中火焰持续燃烧时间不低于4 s；而本标准规定火焰持续燃烧时间超过10 s才认为是持续燃烧。

2) 辐射照度范围不同。ASTM E 1354-23中装置外部热辐射条

件范围为0~100 kW/m²；而ISO 5660-1（2015年版）为0~75 kW/m²。

（2）BS ISO 5660-1:2015+A1:2019

英国标准BS ISO 5660-1:2015+A1:2019由英国标准协会（BSI）制定，符合国际标准化组织（ISO）的基本要求。该国际标准由国际标准化组织颁布，被BSI等同采用。

（3）NF ISO 5660-1:2015及NF P92-190-1 A1 2020

法国标准NF ISO 5660-1:2015，完整复制了国际标准ISO 5660-1:2015，修改件NF P92-190-1/A1-2020，是2015年5月发布的NF ISO 5660-1第6.10、7.5、11.2.7和11.3.7段的修订文件，也完全对应于ISO 5660-1 AMD 1 2019。

综上，国外先进标准试验方法技术内容基本一致。美国ASTM标准ASTM E 1354-23与ISO 5660-1:2015的主要技术差异为持续燃烧的界定和辐射功率范围。英国、法国相关标准均等同采用ISO 5660-1:2015，同时符合ISO 5660-1 AMD 1 2019的技术要求。本次修订的标准修改采用ISO 5660-1:2015且符合其修改单的技术内容，同时辐射锥的辐射照度要求高于该国际标准的水平。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见和依据

本标准编制过程中无重大分歧意见。标准起草组与多家单位及专家经过多次研讨，积极采纳了所提出的修改建议，最终形成征求意见稿。

六、标准实施过渡期建议

标准实施过渡期建议6个月，以便各实验室、大专院校、检测

机构等使用新版 GB/T 16172 开展材料热释放速率和产烟速率试验。

七、实施国家标准的有关政策措施

本标准公开发布后，由全国消防标准化技术委员会（SAC/TC 113）开展发布后的宣贯工作，介绍标准修订主要技术内容，帮助从事相关研究及产品研发人员准确掌握试验方法，引导相关行业按照标准的要求开展工作。

八、对外通报的建议及理由

无。

九、废止现行有关标准的建议

本标准发布实施后，建议同时废止现行国家标准 GB/T 16172—2007《建筑材料热释放速率试验方法》。

十、涉及专利的有关说明

无。

十一、国家标准所涉及产品、过程或服务的目录

无。

十二、其他应予说明的事项

无。