

中华人民共和国强制性国家标准

《热气溶胶灭火装置》

(报批稿)

编 制 说 明

标准编制组

2025年10月20日

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《通过式金属探测门通用技术规范》等35项强制性国家标准制修订计划及相关标准外文版计划的通知”(国标委发〔2025〕2号)的要求,强制性国家标准《热气溶胶灭火装置》制定项目由国家消防救援局归口,计划编号为20250036-Q-906。国家消防救援局委托全国消防标准化技术委员会固定灭火系统分技术委员会(TC113/SC2)承担起草和技术审查任务。

(二) 制定背景

热气溶胶灭火装置是一种通过燃烧反应使热气溶胶发生剂产生热气溶胶灭火剂的灭火设备,通常由引发器、热气溶胶灭火剂发生剂和发生器、冷却剂(装置)、反馈元件、外壳及与之配套的火灾探测装置和控制装置组成。热气溶胶灭火剂发生剂是一种可通过燃烧反应产生热气溶胶灭火剂的固体化学混合药剂,一般由氧化剂、还原剂及添加剂等组成。

我国研究热气溶胶灭火技术始于20世纪九十年代初,2004年公安部批准发布了第一版热气溶胶灭火装置的行业标准(XF 499.1-2004)和热气溶胶灭火剂行业标准(XF 500-2004),标准的发布实施推动了我国热气溶胶灭火装置的技术发展,产品种类日益增多,随后美国消防协会也制定了该产品的标准NFPA 2010-2006,该标准在借鉴我国标准的同时,也增加了适应产品发展的其他技术

要求。此后，ISO标准化组织制定了ISO 15779，UL实验室制订了UL 2775。为解决新技术在应用实践中暴露的问题，原公安部天津消防研究所（现应急管理部天津消防研究所）作为标准主编单位，参考了国际上通用的该产品的管理模式，将XF 499.1和XF 500两个行业标准整合，形成第二版热气溶胶灭火装置行业标准，于2010年发布实施。

XF 499.1-2010实施以来，我国热气溶胶灭火装置的生产规模随着市场需求的增加不断扩大，已有100余家热气溶胶灭火装置生产厂家，热气溶胶灭火技术取得新的发展和突破，应用范围由民用建筑领域拓展到电动汽车、新能源等领域。

本次转化国家标准，一是将近年来热气溶胶灭火装置新技术、新产品类型写入标准；二是针对热气溶胶灭火装置自身事故隐患，如装置自身结构设计、药剂配方不相容等，提出解决措施。

二、强制性国家标准编制原则、主要技术要求的依据及理由

（一）编制原则

本文件的修订起草遵循以下基本原则。

1.先进性原则

编制组紧密跟踪最新版国际标准、先进国家和组织的标准、国内气溶胶产品标准相关测试方法、技术要求的最新内容。通过充分调查研究和论证，借鉴并改进现有试验方法和技术的途径，确保本文件在产品技术规范内容和测试技术方法方面的准确、可靠、便捷。

2.适合性原则

本次修订起草工作紧密结合国内该产品的发展现状、实际使用的需求，国内测试技术和设备的具体情况，确保修订的标准内容易落地、便推广。

3.科学性原则

本次修订标准的关键指标及更改或增加的技术内容，尽可能通过其他权威或可靠技术文件，或者进行实际测试验证或多家实验室的比对，使标准内容更加科学，以保证整体性能及一些安全指标的统一。

4.规范性原则

标准在格式上严格按照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》、GB/T 20001《标准编写规则》的规定执行。本部分的计量单位和符号、代号符合GB 3100《国际单位制及其应用》、GB 3101《有关量、单位和符号的一般原则》和GB 3102《量和单位》中的规定。

5.遵循中立原则

使产品标准能够成为生产者、用户和产品质量检测机构的合格评定依据。

（二）主要技术要求的确定依据

1.范围

关于标准不适用范围：近年来出现的手持式热气溶胶灭火装置，因结构和使用方式与落地式和悬挂式热气溶胶灭火装置差异很大，且技术方面尚需完善，所以在适用范围中特别明确本标准不适用。

用于手持式热气溶胶灭火装置。

关于适用的热气溶胶装置规格：编制组通过对近年来检测机构在热气溶胶灭火装置方面的检测数据和灭火装置喷放情况进行分析，整理部分热气溶胶灭火装置生产单位委托专业检测机构出具的热气溶胶灭火装置危险等级定级报告，并与国内具有研发实力的多家热气溶胶灭火装置生产企业进行技术研讨，最终标准编制组从灭火装置的使用安全性以及气溶胶发生剂需要在灭火时获得充分的燃烧反应等多方面需求考虑，确定了灭火装置的气溶胶灭火剂发生剂的质量应不超过3 kg的限制性要求。

2.热气溶胶灭火剂发生剂充装质量

标准编制组从灭火装置的使用安全性等多方面需求考虑，确定了气溶胶灭火剂发生剂的质量应不超过3 kg的限制性要求。针对国内的一些生产单位，为了提升灭火装置自身的安全性，将总量为3 kg的热气溶胶灭火剂发生器拆分为多个小药量的灭火剂发生器，并将它们集成设计在一个装置内的情况，标准并未对实现安全性的具体方式作出硬性规定，各生产企业只要确保热气溶胶灭火剂发生剂总量不超过3 kg，便可以根据自身情况创新结构设计，实现本标准规定的各项安全指标即可。

3.耐高低温性能

参考GB 25972等标准对灭火设备环境适应性的要求，提出了灭火装置温度循环的性能要求。

4.耐湿热性能

参考借鉴ISO 15779.2标准，本标准规定了在最高使用温度最大湿度下的湿热要求，即“温度 $55\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度90%~95%的环境下保持30 d”。

5.抗跌落性能

参考借鉴ISO 15779.2，提出了灭火装置抗跌落性能要求。

6.电引发器的性能

根据编制组近年来对热气溶胶灭火装置产品检测数据的分析，电引发器采用的电点火头质量现状参差不齐，有些灭火装置生产单位为降低成本选用的电点火头为寿命不到2年的廉价产品，价格上与符合设计要求的电点火头有几倍甚至近10倍左右的差距，这些电点火头的寿命远低于灭火装置的使用寿命，且抗杂散电流的干扰能力很差，影响了热气溶胶灭火装置的正常使用。为提高产品可靠性、安全性，在标准中规定了抗杂散电流以及脚线材质的要求。

7.热气溶胶灭火剂发生剂

热稳定性是指气溶胶发生剂承受一定的温度变化不发生反应的能力，是表征气溶胶发生剂安全稳定性能的指标。XF499.1-2010的试验方法为在 $(71 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 条件下进行28天加速老化试验，测试实验前后发气量的变化，该方法试验周期长，成本高，可推广性差。根据GB/T 22232-2008《化学物质的热稳定性测定 差示扫描量热法》、GJB 770B-2005《火药试验方法》等标准，可采用差热分析和差示扫描量热法测试化学物质的初始热分解温度，初始热分解温度应高于产品的最高使用温度和最高储存温度，即保证在使用和储

存条件下，产品不会发生热分解反应。热气溶胶灭火装置的工作环境一般不超过100 °C，即使在风电机舱等极端环境下，短时的环境温度也一般不超过150 °C，参考其他民用含能材料，热气溶胶发生剂的初始热分解温度应不低于150 °C，保证药剂在工作环境温度条件下保持稳定。

8.热气溶胶灭火剂

热气溶胶灭火剂是由热气溶胶发生剂通过燃烧反应产生的灭火物质，标准规定了对气溶胶灭火剂电绝缘性、降尘率、吸湿性、绝缘强度的技术要求及试验方法。热气溶胶毒性尤其是长期毒性的研究基础很薄弱，短期吸入大量微米级的气溶胶微粒，人体容易引发呼吸道应激反应。现行毒性检测方法和手段不足以证明气溶胶对人体的毒性危害。根据目前气溶胶灭火装置应用的场所，且考虑到毒性测试是一系列系统复杂的工程，因此本次制定删除了XF499.1-2010对气溶胶灭火剂毒性的要求。

为了适应热气溶胶灭火装置小型化的发展趋势，且更好地表征热气溶胶灭火剂在实际保护空间中的降尘、沉降物吸湿、腐蚀特性，开展热气溶胶灭火剂降尘试验的场所由XF499.1-2010中规定的100 m³空间改为与灭火试验一致的小空间。

热气溶胶灭火装置必须依靠空气中一定浓度的胶体微粒达到灭火效果，其降尘率并不是越小越好，本次标准制定取消了XF499.1-2010中对降尘率的限值要求，将降尘率作为考核气溶胶喷射弥散效果一致性的一项指标，规定热气溶胶灭火剂降尘率与生产

者公布值相对偏差 $\leq \pm 20\%$ 。

9. 灭火试验方法

因本标准将气溶胶灭火剂发生剂质量控制在3 kg，因此取消了XF 499.1-2010规定的保护空间10 m³以下实施单具装置灭火试验，保护空间超过10 m³需在100 m³以上空间内实施多具装置灭火试验的方法，改为单具灭火装置根据其保护空间大小实施灭火试验的方法，这样更能体现灭火装置的实际灭火能力。

在XF499.1-2010中有A类木垛表面火、B类火的基础上，本次制定增加了A类聚合物火灭火试验模型，具体的可燃物材料有聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚丙烯（PP）和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯聚合物（ABS），以上都是电气火灾的典型可燃物，是热气溶胶灭火装置应用较多的灭火保护对象。

根据装载灭火剂发生剂的质量不同，单具热气溶胶灭火装置保护空间体积可达0.1 m³~30 m³。由于试验空间的跨度较大，可燃物在不同空间自由燃烧以及引起的氧气消耗是不同的，无法采用统一模型开展试验。沿用XF 499.1-2010的思路，对试验空间进行了初步分级，分为5 m³以上空间、1 m³~5 m³空间、1 m³以下空间，不同空间燃烧物的尺寸不同，具体见表1。1 m³以下空间属于小型封闭空间，其燃烧物的种类和大小由生产企业根据装置保护空间可燃物的特点确定。

表1 不同灭火试验空间试验模型参数

试验模型参数		1 m ³ ~5 m ³ 的试验空间	大于5 m ³ 的试验空间
A类 木垛火	木条截面/mm	40×40	40×40
	木条数量	16	24

试验模型参数		1 m ³ ~5 m ³ 的试验空间	大于5 m ³ 的试验空间
A类 聚合物火	木条长度/mm	230	450
	引燃盘面积/m ²	0.05 ± 0.01	0.25±0.02
	引燃盘正庚烷注入量/L	1.5	1.5
	木垛底部距地面高度h/mm	200	600
	引燃盘上沿距木垛底部/mm	100	300
B类火	聚合物板的尺寸/mm	长: 205±5 宽: 100±5 厚: 10±1	长: 405±5 宽: 200±5 厚: 10±1
	聚合物板数量/块	4	4
	引燃盘尺寸/mm	110×50×20	110×50×20
	引燃盘正庚烷注入量/mL	6	6
	聚合物板底边距地面高度h/mm	40	40
燃料盘面积/m ²		0.1±0.01	0.25±0.02
燃料盘底部距地面高度h/mm		200	300

根据配电箱、电缆沟槽等热气溶胶灭火装置实际应用场所的可燃物特点，在XF499.1-2010中A类木垛表面火、B类火的基础上，增加了A类聚合物火灭火试验模型，具体的可燃物材料有聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）、聚丙烯（PP）和丙烯腈-丁二烯-苯乙烯聚合物（ABS）。A类聚合物灭火试验采用国际通用的聚合物板灭火模型，聚合物板的设置与分布ISO 14520、ISO 15779.2等国际标准一致，只是根据试验空间的大小对应调整了聚合物板的尺寸。

10. 浓度分布的试验方法

浓度分布试验主要参考借鉴了ISO 15779.2关于灭火装置浓度分布的试验方法。

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

本文件符合《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国产品质量法》《中华人民共和国消防法》等有关法律和《强制性国家标准管理办法》(国家市场监督管理总局令第25号)等有关部门规章的规定。

本文件与《民用爆炸物品安全管理条例》(国务院令第466号)、《危险化学品安全管理条例》(国务院令第591号)等相关法律法规的要求相协调一致；与GB 50370《气体灭火系统设计规范》等相关强制性标准的要求相协调一致。

(二) 配套推荐性标准的制定情况

本文件在“标准体系表”内无配套推荐性标准。

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

(一) 与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

与该类标准相关的国际同类标准有ISO 15779、国外同类标准有UL 2775，其技术内容对比见表2。

表2 国际、国外同类标准技术内容的对比情况

技术内容	本文件	ISO 15779	UL 2775
工作温度范围	-20 °C～+55 °C 当灭火装置工作环境温度和相对湿度超出上述范围时，应在灭火装置上做出明显永久性标识。	-20 °C～+75 °C 或标记以指示温度限制。	-65 °F～130 °F (-54 °C～+54 °C)。
热气溶胶灭火剂发生剂质量要求	灭火装置的热气溶胶灭火剂发生剂充装质量不大于3 kg。 充装质量偏差不应超过其标称质量的±5%。	充装质量偏差不应超过其标称质量的±5%。	无要求。
喷口温度	1. 限温型灭火装置的喷口温度应符合下列要求： a) 落地式灭火装置不应大于180 °C； b) 悬挂式灭火装置不应大于	只规定了400 °C、200 °C、75 °C温度的热间距要求。	只规定了400 °C、200 °C、75 °C温度的热间距要求。

	<p>200 °C。</p> <p>2. 非限温型灭火装置热间距不应大于生产者公布的400 °C、200 °C、75 °C温度的热间距。</p>		
表面温度	<p>灭火装置喷射后其表面最高温度(不含喷口处)应符合下列要求:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 限温型落地式灭火装置不应超过100 °C; b) 限温型悬挂式灭火装置不应超过200 °C; c) 非限温型灭火装置不应超过生产者使用说明书上公布值,且温度上限不应超过200 °C。 	<p>制造商应标明喷放时冷凝气溶胶发生器外壳的最高温度。</p>	无要求。
喷射时间	<p>当灭火装置内热气溶胶灭火剂发生剂的质量大于1 kg时,其喷射时间的生产者公布值不应大于90 s,按7.3规定的方法进行试验,其喷射时间的偏差不应大于生产者公布值的±10%;当灭火装置内热气溶胶灭火剂发生剂的质量小于等于1 kg时,其喷射时间的生产者公布值不应大于40 s,按7.3规定的方法进行试验,其喷射时间的偏差不应大于±5 s。</p>	<p>喷放时间应由制造商规定,且不得超过90 s。喷射时间的偏差不应大于±5 s。</p>	<p>喷放时间应不大于60 s。喷射时间的偏差为喷射时间的±20%或±5 s(取较大者)。</p>
灭火性能	<p>1. 单具灭火装置保护空间大于等于1 m³的灭火性能 ——A类木垛表面火 按7.13.2.2规定的方法进行A类木垛表面火灭火试验,灭火装置应在喷放结束后60 s内扑灭明火。喷放结束继续抑制10 min后,开启试验空间通风,木垛不应复燃。 ——A类聚合物火 按7.13.2.3规定的方法进行A类聚合物火灭火试验,灭火装置应在喷放结束后60 s内扑灭明火。喷放结束继续抑制10 min后,开启试验空间通风,聚合物不应复燃。 ——B类火 按7.13.2.4规定的方法进行B类火灭火试验,灭火装置应在喷放结束后30 s内灭火。 2. 单具灭火装置保护空间小于1m³的灭火性能 按7.13.3规定的方法进行试验,灭火装置应在喷放结束后30 s内灭火。</p>	<p>1. 对于B类火,装置应在灭火剂排放结束后30 s内扑灭所有可见火焰。 2. 对于A类木垛表面火,装置应在灭火剂排放结束后10 min浸泡时间(也从灭火剂排放结束时开始测量)后扑灭所有可见火焰,木垛不复燃。 3. 对于A类聚合物火,装置应在灭火剂排放结束后60秒内“扑灭”火焰(这意味着仅在两个内层的顶部边缘允许有火焰)。灭火剂排放结束后3 min内熄灭所有可见的火焰,并在10 min浸泡期后木垛</p>	<p>1. 对于B类火,装置应在灭火剂排放结束后30 s内扑灭所有可见火焰。 2. 对于A类木垛表面火,装置应在灭火剂排放结束后600 s内熄灭,木垛不复燃。 3. 对于聚合物火,在喷放结束后10 s至600 s之间,聚合物样品的质量损失不得超过15 g。在600 s不复燃。</p>

		不复燃。	
浓度分布试验	单具保护空间大于等于1 m ³ 的灭火装置，应按7.14规定的方法进行浓度分布试验，灭火装置应在喷放结束后30 s内灭火。 单具保护空间小于1 m ³ 的灭火装置无此项要求。	装置应在灭火剂排放结束后30 s内扑灭所有可见火焰。	装置应在灭火剂排放结束后30 s内扑灭所有可见火焰。
引发器	见标准6.2	无要求	无要求。
热气溶胶灭火剂发生剂	见标准6.7	无指标要求。	无指标要求。
热气溶胶灭火剂	见标准6.8	无指标要求。	无指标要求。

(二) 以国际标准为基础的起草情况

该文件以现行XF499.1-2010标准为基础，结合国内技术水平与生产现状及相应的法律法规制定了该标准，未采用国际标准。

ISO 15779标准主要规定了气溶胶灭火系统的设计、安装、服务和维护要求，气溶胶发生器及相关部件的性能要求和试验方法，因我国热气溶胶灭火装置从产品结构形式、产品分类方法、技术研发路线和理念、应用形式与ISO 15779有很大区别，所以本文件主

要借鉴了ISO 15779的试验方法部分内容。

五、重大分歧意见的处理过程、处理意见和依据

标准编制过程中未有重大分歧意见。

六、标准实施过渡期建议

标准自发布日期至实施日期的过渡期建议为12个月。

根据前期行业调研，相对现行XF499.1-2010，本标准制定的内容不涉及原材料和产品生产设备、生产工艺的新投入，对检测设备的更新有限。相关技术要求的提高与当前国内气溶胶灭火装置生产工艺水平相适应，不会引起生产成本的明显增加。因此，本标准实施所需技术条件是成熟的，建议按照正常流程进行发布和实施。本标准自发布日期至实施日期之间的过渡期建议为12个月。

已安装的老旧产品建议在热气溶胶灭火剂发生剂到达寿命周期后予以报废。

七、与实施强制性国家标准有关的政策措施

本标准为强制性国家标准，对于产品生产、销售、进口产品或者提供服务不符合强制性标准的，依照《中华人民共和国产品质量法》《中华人民共和国进出口商品检验法》《中华人民共和国消费者权益保护法》《消防产品监督管理规定》等法律、行政法规和部门规章的规定查处。

我国有关法律法规和部门规章等配套齐全，对实施本标准无需新增有关政策措施，实施监督管理部门对违反强制性国家标准的行为可按照上述有关法律法规执行。

八、对外通报的建议及理由

该产品涉及进出口贸易，需要对外通报。标准于2025年4月24日分发至WTO，通报截止日期为2025年6月30日，目前通报结果未回复。

九、废止现行有关标准的建议

本标准拟代替行业标准XF 499.1-2010《气溶胶灭火系统 第1部分 热气溶胶灭火装置》，建议本标准实施的同时废止XF 499.1-2010。

十、涉及专利的有关说明

在本标准征求意见稿的起草过程中，编制组未识别到涉及本标准的专利内容。

十一、国家标准所涉及产品、过程或服务的目录

该标准主要涉及的产品有热气溶胶灭火装置以及其生产过程、维保服务等。

十二、其他应予说明的事项

无。