

中华人民共和国消防救援行业标准
《喷水保护下镶玻璃构件耐火试验方法》

(报批稿)

编制说明

报批稿

标准编制组

二〇二三年九月

一、工作简况

（一）任务来源

消防救援行业标准《喷水保护下镶玻璃构件耐火试验方法》的制定计划由应急管理部下达，由全国消防标准化委员会建筑构件耐火性能分技术委员会（TC 113/SC8）组织起草和审查。

（二）制定背景

镶玻璃构件的耐火性能是影响建筑耐火等级的重要技术指标。鉴于现代建筑形式日趋多样且结构日趋复杂，由此产生日趋严峻的建筑火灾防控需求，许多建筑设计方案已开始探索使用喷水保护方式提高镶玻璃构件的耐火性能。本标准制定了一套合理科学的试验测试方法，能够精确评估镶玻璃构件在喷水保护下的耐火性能，从而指导其在建筑消防工程领域的应用，为解决建筑消防设计的相关难题提供了有效途径。

我国现行的 GB/T 9978 标准（共 8 部分）和现行国际标准 ISO 834 国际标准（共 8 部分）以及其他先进国家的相关标准，都是仅针对常规建筑构件的耐火性能规定试验方法。国内外目前没有类似的针对镶玻璃构件在喷水保护下的耐火试验测试方法，本标准的制定能够填补国内外空白。

（三）起草小组人员组成及所在单位

应急管理部天津消防研究所牵头负责本标准的修订工作。

二、标准编制原则、主要技术内容及其确定依据

（一）标准编制原则

本标准按照 GB/T 1.1-2020 的规定起草。

本标准针对镶玻璃构件在喷水保护下的耐火试验装置开展研制工作，基于前期科研工作取得成果并得到应用证明可靠的条件下，提出立项并起草。本标准修编写过程中参考：

GB/T 5907 消防词汇

GB/T 9978.1 建筑构件耐火试验方法 第一部分：通用要求

GB/T 12513 镶玻璃构件耐火试验方法

GB/T 26784 建筑构件耐火试验可供选择和附加的试验程序

（二）标准主要技术内容及确定依据

1. 主要技术内容的确定和依据

标准由前言、范围、规范性引用文件、术语和定义、符号和缩略语、试验装置、试验条件、试件准备、仪器使用、试验程序、判定准则、试验的有效性、试验结果表示、试验报告、附录A（规范性附录）试验结果的直接应用指南、附录B（规范性附录）喷头保护镶玻璃构件有效性试验构成。

（1）名称和范围

国内外现行标准都是仅针对常规建筑构件的耐火性能规定试验方法。随着国家经济的高速发展，对建筑物多样性、复杂性的要求，越来越多的用户采用镶玻璃构件加水系统的方式来提高构件耐火性能。为了规范该类应用，制订试验方

法。本标准针对对象为镶玻璃构件，其他垂直构件可参照执行。利用水系统进行喷水保护，喷头应视为耐火构件的一部分，不可分割。

（2）第2章“规范性引用文件”

术语引用GB/T 5907.1《消防词汇 第1部分：通用术语》。

试验设施的炉体基本性能，试验装置、试验条件基本内容引用了GB/T 9978.1《建筑构件耐火试验方法的要求》。

镶玻璃构件安装方式引用了GB/T 12513《镶玻璃构件耐火试验方法》。

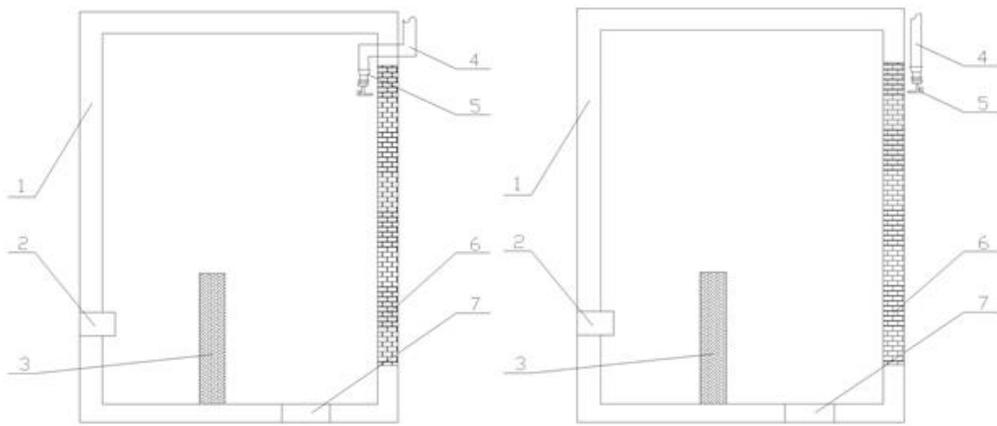
（3）第5章“试验装置”

① 关于耐火试验炉

试验炉设计在符合GB/T 9978.1中相关规定的同时，还规定了其它要求，主要是基于以下考虑：

- 试验炉结构尺寸要求，考虑到试验过程中会有大量试验用水飞溅到炉体内部，炉体长度小于3300 mm可能导致飞溅水影响后部供热系统的安全。
- 供热燃烧器安装于试验炉内后下方，燃烧器前方安装挡板，是为了防止飞溅水影响燃烧系统，尽量减小喷水对燃烧系统的影响。
- 给水系统要求，可以在向火面和背火面都可以进行喷水保护。
- 安装挡水保护装置、地面应坡向安装试件墙体、设置

排气孔等规定，主要是考虑：一是可有效防止喷头喷出的水飞溅到炉体耐火材料上，二是可保障试验过程中通过炉口底部自然排水，三是保障试验炉内水蒸气及时排出，进而保证试验条件、保障试验安全且提高炉体的使用寿命。



向火面喷水保护

背火面喷水保护

- 1——炉体；
 2——燃烧器；
 3——挡板；
 4——管路；
 5——喷头；
 6——试件；
 7——排烟口。

图 1 试验炉结构示意图

② 关于给水系统

□ 根据 GB 5135.1 《自动喷水灭火系统 第 1 部分：洒水

喷头》的规定，喷头的流量系数 K 为 57、80、115，喷水系统中常用规格为 K80 的喷头，一次试验最多测试 3 只喷头同时喷水，故流量 240L/min，GB/T 50016 建筑设计防火规范规定最高耐火时间为 3 小时。

- 供水系统宜安装有备用泵，确实保证试验连续性。
- 喷水出口的位置应可调整，可方便根据产品安装要求进行调整。

③ 关于测量仪器的准确度

测量仪器的准确度要求，除了 GB/T 9978.1 中规定的仪器外，增加了本标准使用的特殊测量仪器的要求：热通量的测量 $\pm 0.01\text{W}/\text{cm}^2$ ，测试供水压力要求 $\pm 0.01\text{MPa}$ ，测试供水流量要求 $\pm 0.1\text{m}^3/\text{h}$ ，数据采集器要求间隔时间为 2 秒。

(4) 第 6 章 “试验条件”

升温条件是本标准与其它耐火试验标准之间的最大区别。编制组在标准编制过程中开展了多次非喷水条件和喷水条件下耐火试验。通过对多次耐火试验的数据分析，以及编制组在综合考虑实际试验条件的基础上最终确定了以 GB/T 26784-2011 《建筑构件耐火试验可供选择和附加的试验程序》第 4.2 条室外火灾升温曲线 $T = 660(1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t}) + T_0$ 作为本标准的升温控制曲线。

(5) 第 7 章 “试件准备”

试件安装和约束所使用的不燃柔性材料不应采用吸水

性材料。本标准规定的试验方法会喷洒大量的水，常用的柔性不燃材料在吸水后封堵能力和隔热性能都会明显下降，严重影响试验的正常进行，因此试验准备阶段不应选用吸水性材料。

(6) 第 9 章 “试验程序”

试验炉的控制按照第 6.1 条规定的标准升温曲线进行控制。

供水系统安装有供水调节装置，保证供水压力和流量，并在试验前进行冷喷测试，目的是为了验证喷头布水效果，并根据飞溅水的情况及时修正挡水保护装置。试验过程中全程记录流量和压力数据。如进行背火面喷水保护的试验，应使用开式系统。供水系统供水压力和流量应可以调节，以保证试验供水的稳定性。

试验结束后，应关闭供热系统，继续保持供水至炉内温度下降到 100℃ 以下方能停止供水。试验结束后，炉内温度依然较高，如果直接停止供水有可能造成试验受热损坏，如：镶玻璃构件会有受热破碎的危险。

试验结束后应安装专用的炉门，开启供热系统，保持 300℃ 恒温 30 分钟，以排除炉中的水汽。试验中不可避免的会有水飞溅到炉体内部的保温材料上，会影响保温效果甚至会造成炉体损坏，必须加热炉体，去除炉中的水汽。

2. 主要试验、验证结果及分析

标准编制组按照第 6.1 条规定的升温曲线开展了一次喷水保护下的镶玻璃构件耐火试验。由图 2 标准控温曲线与实际升温曲线比较图可以看出，锅炉燃烧室实际温升曲线与标准控温曲线吻合度极佳。试验初期，锅炉的四台燃烧机全部满负荷运转，以最大功率供热，温升速率极大。试验中期，标准曲线温升速率趋于缓和，实际炉温曲线快速逼近标准升温曲线，PID 控制器逐渐发挥调节作用，控制四台燃烧机提供适度的供热输出。试验后期，锅炉温度基本处于稳定状态，温度上升缓慢，PID 控制器使用积分环节，进一步消除锅炉实际温度的稳态误差。

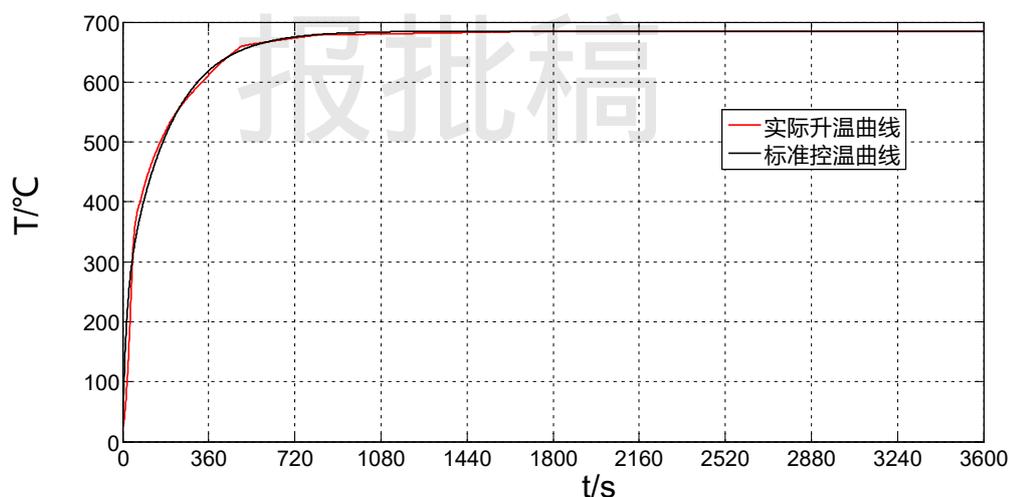


图 2 标准控温曲线与实际升温曲线比较图

炉温偏差按以下关系式计算：

$$d_e = \left| \frac{A - A_s}{A_s} \right| \times 100$$

式中：

d_e —— 偏差，%；

本标准在制定过程中，进行了大量的实体验证试验，证明相关技术参数真实可信。本标准的建立，可以为喷水保护下镶玻璃构件的实际使用提供检验检测方法和手段。

1、标定控温试验

编制组首先按照第 5 章试验装置的技术要求建造了耐火试验炉，并按照 GB/T 9978.1-2008 第 6.1.1 条规定的标准升温曲线 $T=3451g(8t+1)+T_0$ 进行了非喷水条件下的标定控温曲线。由图 4 标准控温曲线与标定控温曲线比较图可以看出，耐火试验炉实际温升曲线与标准控温曲线吻合度极佳，其供热性能能够很好的满足 GB/T 9978.1 的各项规定。此外，试验过程中控制燃烧机供热量的电流变化曲线也被计算机系统实时记录保存，如图 5 所示。

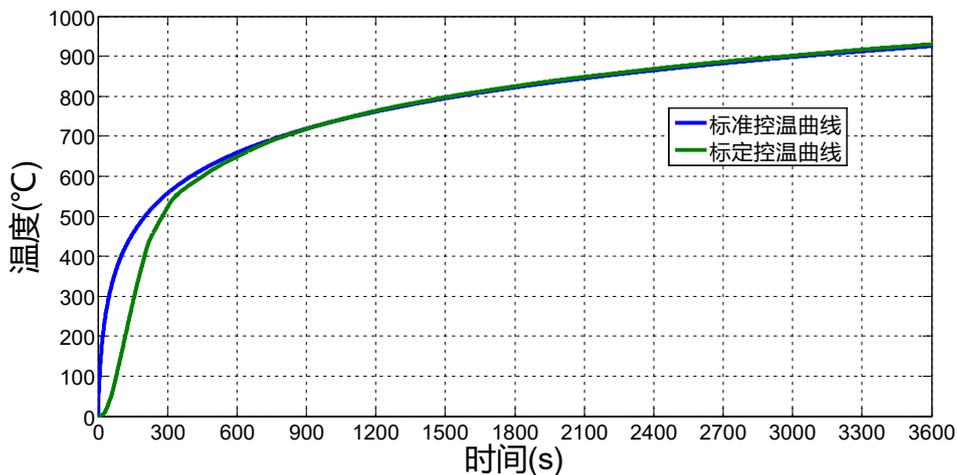


图 4 标准控温曲线与标定控温曲线比较图

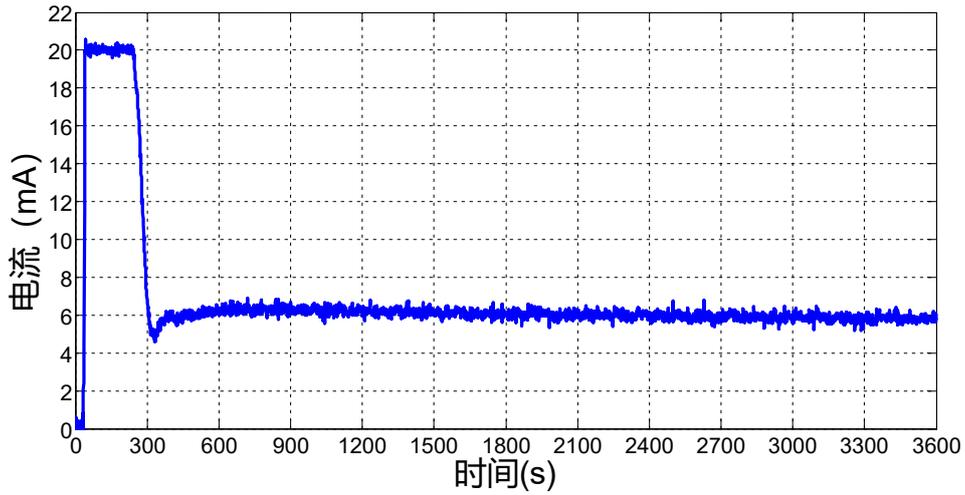


图 5 标定控温试验燃烧机供热控制电流曲线

2、控温校对试验

控温校对试验按照标定控温试验的控制电流变化规律对燃烧机进行控制，图 4 为标准控温曲线与控温校对曲线比较图。从图 6 可以看出，温度变化曲线还原效果非常理想。

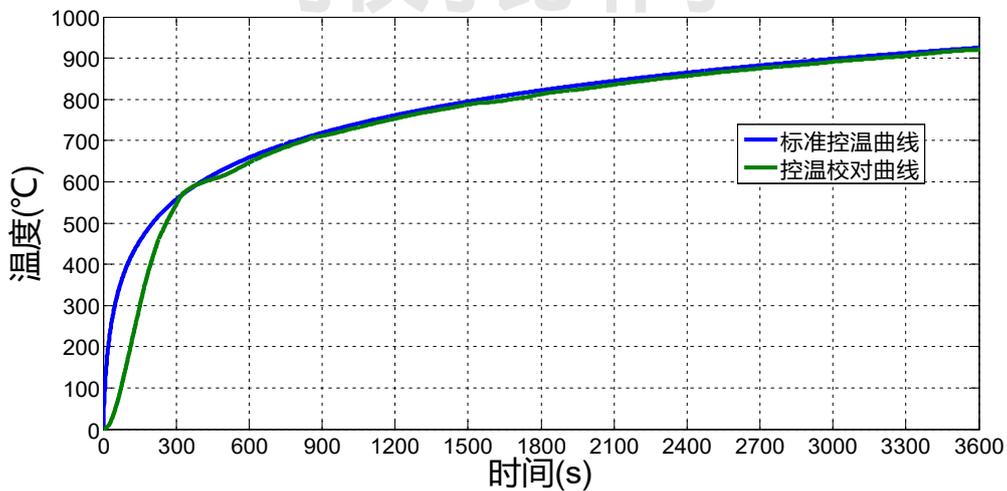


图 6 标准控温曲线与控温校对曲线比较图

3、喷水验证试验

喷水验证试验是喷水试验，其供热条件依然按照标定控温试验的电流变化规律对燃烧机进行控制。编制组发现，由

于洒水喷头喷水飞溅，导致炉内挡板和试件之间的区域都会受到喷水的影响，如图 7 所示。GB/T 9978.1 规定的距离试件 100mm 的炉内热电偶由于受到喷水的影响，而无法采集到炉内真实的环境温度。因此编制组在对喷头采取适当挡水措施的基础上，将炉内热电偶的位置分别由 100mm 调整到 800mm、1100mm 和 1400mm。通过试验发现，即使喷头采取了挡水措施，炉内热电偶距离试件 800mm 和 1100mm 时依然受到喷水的影响。当炉内热电偶距离试件 1400mm 时，热电偶采集到的温度稳定，能够正确反映炉内温度，温度变化曲线如图 8 所示。



图 7 挡板遭到水淋照片

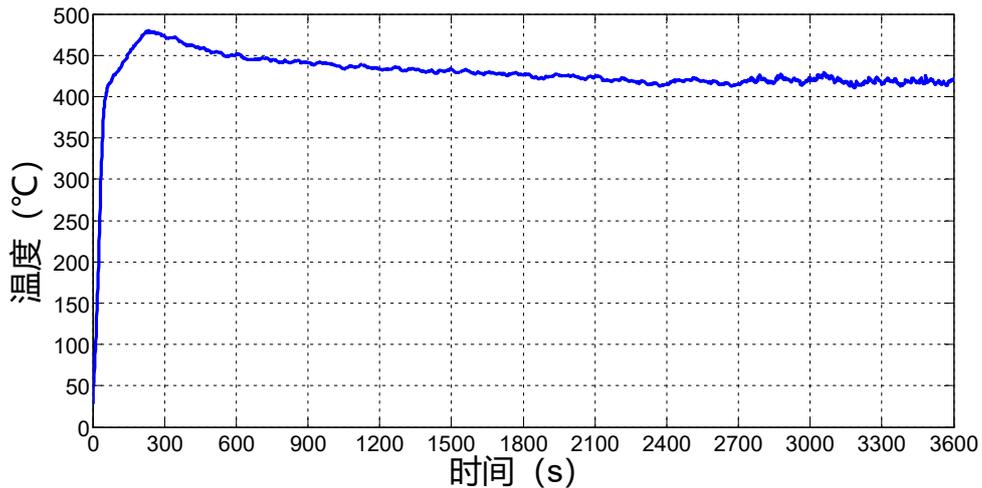


图 8 距离试件 1400mm 炉内温度变化曲线

4、喷水调整试验

从图 8 可以看出，在喷水条件下炉内实际温度基本稳定在 420℃。为了增加试验条件的严酷性，同时考虑到喷水条件下蒸发吸热作用导致炉内热量大量损失的实际情况，编制组选择 GB/T 26784-2011《建筑构件耐火试验可供选择和附加的试验程序》第 4.2 条室外火灾升温曲线 $T = 660(1 - 0.687e^{-0.32t} - 0.313e^{-3.8t}) + T_0$ 作为试验炉升温条件采用进行监测和控制。从图 9 可以看出，实际升温曲线与室外火灾升温曲线吻合度极佳，符合 GB/T 26784-2011 的相关要求。图 10 为喷水调整试验与标定控温试验的燃烧机供热控制电流对比图，喷水调整试验的供热量要远远高于标定控温试验的供热量，喷水调整试验的试验条件更加严酷。

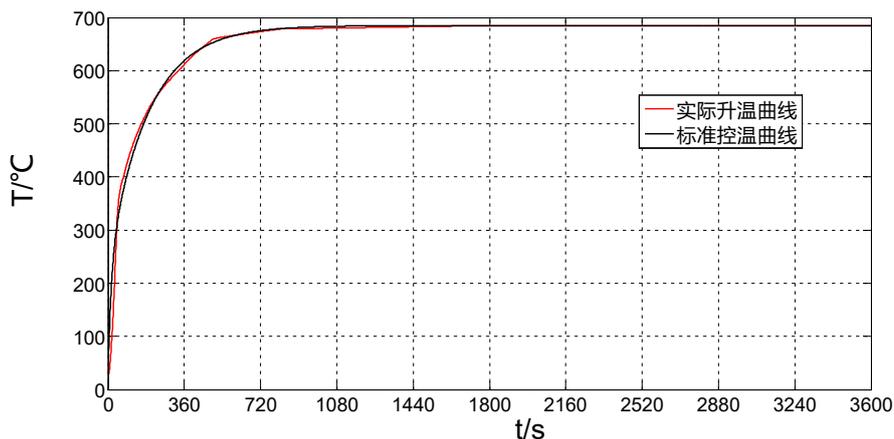


图 9 标准控温曲线与实际升温曲线比较

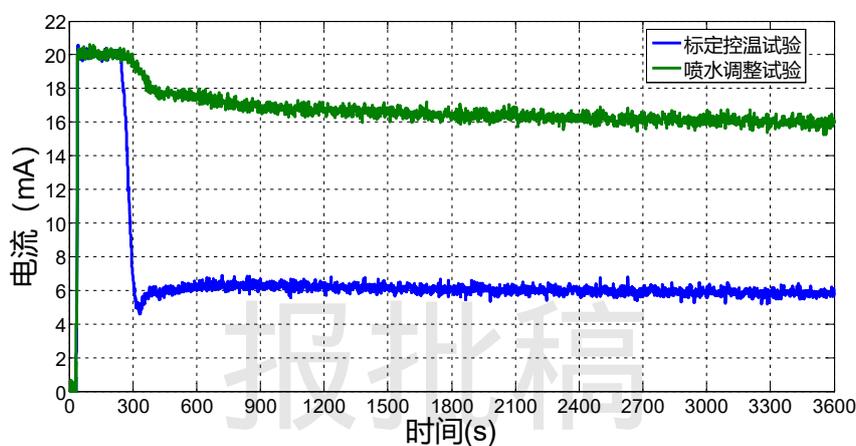


图 10 喷水调整试验与标定控温试验的燃烧机供热控制
电流对比图

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况

本标准在国际、国外无此类型标准可供参考，为国内首次制定。

五、以国际标准为基础的起草情况、是否合规引用或采用国际国外标准以及未采用国际标准的原因

无。

六、与有关法律、行政法规及相关标准水平的关系

本标准与有关法律、行政法规及相关标准协调一致，无

冲突。

七、重大分歧意见的处理过程及依据

编制和审查过程中均未有重大分歧意见。

八、作为强制性标准或推荐性标准的建议及理由

本标准属于试验方法标准，经全国消防标准化技术委员会建筑构件耐火性能分技术委员会对本标准的逐条审查，建议本标准为推荐性标准。

九、标准自发布日期至实施日期的过渡期建议及理由

本标准自发布日期至实施日期的过渡期建议为6个月，其中要进行标准宣贯，生产厂家对标准进行理解消化，进行技术改造，设计、生产、测试、检测等。

十、与实施标准有关的政策措施

标准发布后由全国消防标准化技术委员会和火灾调查分技术委员会组织对相关单位和人员进行线下宣贯和技术培训工作，便于使用者的理解和正确使用。通过有关强制性标准的引用，推动标准的实施。

十一、是否需要对外通报的建议及理由。

产品无进出口，不需要对外通报。

十二、废止现行有关标准的建议

无。

十三、涉及专利的有关说明

本标准未涉及专利。

十四、标准所涉及的产品、过程或者服务目录

本标准主要涉及喷水保护下镶玻璃构件耐火试验过程。

十五、其他应予以说明的事项
无。

报批稿