

# 用温差电偶法测定复合防火玻璃的耐火性

## Determination of Fire-resistance of Compound Anti-fire Glasses with Thermocouple

莫晓树 罗平\*

Mo Xiaoshu Luo Ping

(广西广播电视大学实验中心 南宁市园湖路 22号 530022)

(Laboratory Center, University of Broadcasting & TV  
of Guangxi, 22 Yuanhulu, Nanning, Guangxi, 530022, China)

**摘要** 通过改装马弗炉为试验用炉,用热电偶同时测定复合防火玻璃的受火面和背火面温度。测试结果表明,该方法简单易行,且能较好地满足复合防火玻璃耐火性和科研试验等测试要求。

**关键词** 复合防火玻璃 耐火性 温差电偶

中图法分类号 TQ 172.65

**Abstract** In the reequipped muffle furnace, thermocouple was used to determine the temperature of the heated side and the reverse side of compound anti-fire glasses. The method is simple and easy in operation, and satisfies the requirement of the determination of fire-resistance of compound anti-fire glasses and research experiment.

**Key words** compound anti-fire glass, fire-resistance, thermocouple


建筑材料耐火性试验的测定,目前普遍采用的是耐火砖窑炉,烧油升温,热电偶测定等专门的耐火试验设备装置。其往往需要一定的设备场地,要求试验的耐火材料尺寸较大等。本文采用改装马弗炉作为试验炉,热电偶同时测定复合防火玻璃的受火面和背火面温度,方法简单易行,既不需要特殊设备场地,又能较好地解决复合防火玻璃耐火性和科研试验等测试要求,测试条件基本满足国标 GB9978-88 建筑构件耐火性试验的要求<sup>[1]</sup>。

### 1 仪器与材料

箱形电阻炉(马弗炉)XRJ-4-9,功率4kW,加热室325 mm×200 mm×125 mm(长沙实验电炉厂);电炉温度控制器SKW-4D-11(长沙实验电炉厂);XMZ型数字式温度显示仪(上海奥林仪表厂);FLUKE-45数字显示仪(美国);φ0.5 mm φ1.5 mm 镍铬-镍铝电偶;12 mm×12 mm×0.2 mm银薄片或铜薄片;耐温绝热石棉 热电偶补偿导线;甲级复合防火玻璃材料 280 mm×200 mm×25 mm(广西南宁保平安防火材料厂)

### 2 试验方法

#### 2.1 耐火试验炉

将马弗炉炉口卸下,取一扁形的钢条宽约20 mm,厚5 mm,长度根据炉口的宽度及试验材料的厚度而定。把钢条弯曲成“”的形状,然后两头钻孔,使它用原来固定马弗炉炉口的螺栓和螺纹孔,刚好把试验的防火玻璃垫上绝热软木块,较好地固定在炉口的位置上。用石棉使试样与炉口密封,不漏气。热电偶的引出端和炉内的烟气从马弗炉背后的小孔引出。

#### 2.2 复合防火玻璃受火面温度的测量

复合防火玻璃受火面温度的测量是采用马弗炉本身的一套测温装置。将丝径为1.5 mm的热电偶顶端距试件受火面约100 mm,伸出炉外热电偶引出端通过补偿导线,与温控装置的测温仪连接,由温度指示仪显示防火玻璃受火面的温度。

#### 2.3 复合防火玻璃背火面温度的测量

复合防火玻璃背火面温度的测量,采用丝径为0.5 mm的热电偶在试件背火面中间取两个测定点。一个热电偶通过补偿导线直接接到XMZ型数字式温度显示仪上,直接显示测量温度;另一个热电偶通过补偿导线,直接接到4位半直流毫伏计显示仪上,显示不同温度下热电偶电动势的直流毫伏值,查出相应

1998-09-07收稿, 1998-11-11修回

\* 广西分析测试研究中心,南宁市星湖路32号,530022(Guangxi Research Center of Analysis & Testing, 32 Xinghulu, Nanning, Guangxi, 530022)

的温度<sup>[2]</sup>。热电偶的测温端用 12 mm×12 mm 银薄片压住贴在试件背火面的测点上,银薄片上面再用 20 mm×30 mm 厚的石棉和绝热软木块压紧,使两个热电偶的测点固定不动。仪器预热 30 min 后,便开始试验炉升温,同时每隔 2 min 记录一次受火面和背火面测定的温度、电动势毫伏值,并将试件的变化情况作记录。

### 3 试验结果与讨论

#### 3.1 试验结果

根据甲级复合防火玻璃的指标要求,其加热升温 72 min 后,试件未失去完整性和绝热性。其未失去完整性的量度是:当试件有火焰和气体在孔洞和其他空隙出现时,用新的未染色的干燥柔软棉纤维制成 100 mm×100 mm×20 mm 的棉垫,距孔洞或其他空隙 20 mm~30 mm,若棉垫被点燃,试件失去完整性。若棉垫未被点燃或试件背火面没有孔洞、空隙或裂痕,试件未失去完整性。试件未失去绝热性的量度是:试件背火面温度未超过试件表面初始温度加 140℃。

对复合防火玻璃进行加热升温测试,其升温时间、受火面温度和背火面温度见表 1。

从表可知,甲级复合防火玻璃经过 72 min 的升温耐火试验后,其均未失去完整性和绝热性。72 min 后背火面的温度保持 92℃,离失去绝热性的要求(即初始温度 20℃+140℃)还差 68℃。背火面的玻璃未出现任何裂痕,保持较好的完整性。符合甲级防火玻璃的要求。

表 1 升温时间、受火面和背火面温度(室温 20℃)

Table 1 The heating time and the temperature of the heated side and the reverse side (room temperature 20℃)

升温时间 Heating time (min)	受火面温度 Temperature of the heated side (°C)	背火面温度 Temperature of the reverse side (°C)	
		t1	t2
12	345	25	25
22	470	49	49
32	600	72	72
42	670	88	86
52	720	91	89
62	770	92	91
72	820	92	91
82	870	92	91
88	880	93	92

备注:背火面玻璃未出现裂痕。Note: No cracks on the reverse side.  
t1: 直接显示热电偶的温度 Temperature showed on the thermocouple;  
t2: 测定电动势对应的温度 Temperature from electromotive force detected.

#### 3.2 热电偶直接测温与测电动势的比较

为了更好地验证试件背火面测温的准确性,我们在防火玻璃面中间取两个测温点。用相同长度和规格的热电偶,一个接到 4 位半直流毫伏计上,测定热电偶电动势毫伏值,查出相应的温度值。表 1 中 t1 为直接显示热电偶的温度,t2 为测定电动势对应的温度。可以看出,两者测定背火面的温度吻合很好。

#### 3.3 升温速率

根据建筑构件耐火试验时间-温度标准曲线的要求<sup>[1]</sup>,炉温应在 72 min 时升至 950℃,但允许在头 10 min 之后的任何时间内,对不燃结构,炉温最大允许偏差为±100℃。从试验中升温 72 min 后受火面的温度看,其升温速率基本上达到了升温条件的要求。为了更快地提高升温速率,试验炉可采用红外辐射加热,使炉温在 5 min 内加热至 500℃~600℃,这样能更好地满足测定乙级和丙级复合防火玻璃的升温条件。

#### 3.4 加热时间和受火面温度对防火液的影响

通过多次试验的观察和测定记录,我们发现受火面玻璃的温度约在 330℃ 时便开始破裂,出现裂痕,防火液在里面蠕动,但不会渗出。到了 460℃,受火面玻璃裂痕不断增多,防火液大部分充满气泡,中间部分呈絮花状,至 650℃,防火液气泡翻滚,马弗炉背后排气孔冒烟,防火液中间部分凝固成絮状。升温 50 min 约 700℃,防火液凝絮充满大部分面积。60 min~70 min 时受火面温度约 800℃,冒烟增大,整个受火面的防火液都成絮泡状凝固。尽管受火面温度不断升高,这种现象仍维持 20 min~30 min。当升温时间约 100 min,受火面温度约 1000℃ 时,防火液被烧成焦黑,并很快烧空,马弗炉背后排气孔冒大烟,背火面温度由 100℃ 左右急升至 150℃ 左右,试件基本失去绝热性。

### 4 结论

通过多次的测定试验,该方法测定条件可以满足甲级复合防火玻璃耐火性的测试要求。方法安全可靠,简单易行。

#### 参考文献

- 1 中华人民共和国国家标准. GB9978-88. 建筑构件耐火试验方法.
- 2 丁慎训. 大学物理学(实验部分). 北京: 中央广播电视大学出版社, 1995. 54.

(责任编辑: 黎贞崇)