ICS 13.220.50
CCS C 84

中华人民共和国国家标准

GB 14907—2026
代替 GB 14907—2018

钢结构防火涂料

Fire resistive coating for steel structure

2026-08-27 发布　　2027-09-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会　发布

目　　次

前言 …… Ⅲ
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　术语和定义 …… 1
4　分类、代号和标记 …… 2
4.1　分类、代号 …… 2
4.2　标记 …… 2
5　技术要求 …… 3
5.1　理化性能 …… 3
5.2　耐火性能 …… 5
6　试验方法 …… 5
6.1　取样 …… 5
6.2　制样条件 …… 5
6.3　试件的制备 …… 6
6.4　仪器设备 …… 7
6.5　理化性能 …… 7
6.6　耐火性能 …… 11
7　检验规则 …… 13
7.1　检验分类 …… 13
7.2　组批与抽样 …… 13
7.3　判定准则 …… 13
7.4　检验结果应用 …… 13
8　标志、包装、运输和贮存 …… 14
附录 A（规范性）　钢结构防火涂料膨胀性能试验方法 …… 15
A.1　样品制备 …… 15
A.2　试验装置 …… 15
A.3　试验程序 …… 15
A.4　试验结果 …… 16
A.5　试验报告 …… 16
附录 B（规范性）　钢结构防火涂料隔热效率试验方法 …… 17
B.1　试件 …… 17
B.2　试验装置 …… 17
B.3　试验程序 …… 17
B.4　试验结果 …… 18

B.5 试验报告 …… 18
附录 C（规范性） 钢结构防火涂料耐火试验加载量计算 …… 19
C.1 条件 …… 19
C.2 均布荷载计算 …… 19
C.3 稳定性验证 …… 19
C.4 加载量计算 …… 19
C.5 计算示例 …… 20
附录 D（规范性） 钢结构防火涂料的等效热阻或等效热传导系数测试方法 …… 21
D.1 试件 …… 21
D.2 试验装置 …… 22
D.3 试验程序 …… 22
D.4 试验结果 …… 23
D.5 试验报告 …… 24
参考文献 …… 25

前　言

本文件按照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》的规定起草。

本文件代替GB 14907—2018《钢结构防火涂料》，与GB 14907—2018相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

a) 增加了术语“活性稀释剂”“等效热阻”“等效热传导系数”及其定义（见3.3、3.4、3.5）；

b) 更改了产品的分类和型号（见第4章，2018年版的第4章）；

c) 删除了技术要求中的一般要求（见2018年版的5.1）；

d) 增加了涂层外观、挥发性有机化合物（VOC）含量、不挥发物含量、吸水率、膨胀体积偏差、耐工业大气性要求及试验方法（见5.1、6.5.2、6.5.8、6.5.9、6.5.11、6.5.12、6.5.16）；

e) 更改了粘结强度、干密度要求（见5.1，2018年版的5.2.1、5.2.2）；

f) 更改了耐水性、耐冷热循环性、耐曝热性、耐湿热性、耐温变性、耐酸性、耐碱性、耐盐雾腐蚀性、耐紫外线辐照性要求和试验方法（见5.1、6.5.14、6.5.15、6.5.17、6.5.18、6.5.19、6.5.20、6.5.21、6.5.22、6.5.23，2018年版的5.2.1、5.2.2、6.4.9、6.4.10、6.4.11、6.4.12、6.4.13、6.4.14、6.4.15、6.4.16、6.4.17）；

g) 更改了耐火性能要求及试验方法（见5.2、6.6.3、6.6.6，2018年版的5.2.3、6.5.3、6.5.6）；

h) 更改了理化性能试件的制备（见6.3，2018年版的6.3）；

i) 增加了仪器设备要求（见6.4）；

j) 更改了检验分类（见7.1，2018年版的7.1）；

k) 更改了判定规则（见7.3，2018年版的7.3）；

l) 增加了检验结果应用（见7.4）；

m) 增加了钢结构防火涂料膨胀性能试验方法（见附录A）；

n) 更改了钢结构防火涂料耐火试验加载量计算（见附录C，2018年版的附录B）；

o) 增加了钢结构防火涂料的等效热阻或等效热传导系数测试方法（见附录D）。

请注意本文件的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。

本文件由国家消防救援局提出并归口。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1994年首次发布为GB 14907—1994，2002年第一次修订，2018年第二次修订；

——本次为第三次修订。

钢结构防火涂料

1 范围

本文件规定了钢结构防火涂料的分类、代号和标记、技术要求、检验规则以及标志、包装、运输和贮存，描述了相应的试验方法。

本文件适用于建(构)筑物钢结构表面使用的各类钢结构防火涂料。

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 191 包装储运图形符号标志

GB/T 706 热轧型钢

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 1728 漆膜、腻子膜干燥时间测定法

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 6003.1—2022 试验筛 技术要求和检验 第1部分：金属丝编织网试验筛

GB/T 6388 运输包装收发货标志

GB/T 9779 复层建筑涂料

GB/T 9978.1 建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求

GB/T 9978.6 建筑构件耐火试验方法 第6部分：梁的特殊要求

GB/T 14522—2008 机械工业产品用塑料、涂料、橡胶材料人工气候老化试验方法 荧光紫外灯

GB 28375 混凝土结构防火涂料

GB 30981.2 涂料中有害物质限量 第2部分：工业涂料

GB 50017 钢结构设计标准

GB 51249 建筑钢结构防火技术规范

XF/T 714 构件用防火保护材料快速升温耐火试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

钢结构防火涂料 fire resistive coating for steel structure

施涂于建(构)筑物钢结构表面，能形成耐火隔热保护层以提高钢结构耐火极限的涂料。

3.2

截面系数 section factor

钢构件每单位长度受火面的外表面面积与其每单位长度的体积之比。

3.3

活性稀释剂 reactive diluent

既能溶解或分散成膜物质，又能在涂料成膜过程中参与成膜反应，形成不挥发组分而留在涂膜中的

一类化合物。

注：活性稀释剂又称反应性溶剂。

[来源：GB/T 34682—2017，3.2，有修改]

3.4

等效热阻　effective thermal resistance

火灾条件下，单位面积钢结构防火涂料保护层两侧的温度差与单位时间内通过的热量之比。

3.5

等效热传导系数　effective thermal conductivity

火灾条件下，单位时间内通过单位面积非膨胀型钢结构防火涂料保护层的热量与保护层两侧的温度梯度之比。

4　分类、代号和标记

4.1　分类、代号

4.1.1　按火灾防护对象分为：

——普通钢结构防火涂料，用于普通工业与民用建(构)筑物钢结构表面的防火涂料，代号为 F_p；

——特种钢结构防火涂料，用于特殊建(构)筑物(如石油化工设施、变配电站等，其火灾初期短时间内火场温度高于建筑纤维类火灾温度)钢结构表面的防火涂料，代号为 F_t。

4.1.2　按使用场所分为：

——室内钢结构防火涂料，用于建筑物室内或隐蔽工程的钢结构表面的防火涂料，代号为 N；

——室外钢结构防火涂料，用于建筑物室外或露天工程的钢结构表面的防火涂料，代号为 W。

4.1.3　按溶剂及分散介质分为：

——水基型钢结构防火涂料，以水作为溶剂和/或分散介质的钢结构防火涂料，代号为 S；

——溶剂型钢结构防火涂料，以有机溶剂作为溶剂和/或分散介质的钢结构防火涂料，代号为 R；

——无溶剂钢结构防火涂料，无溶剂或以活性稀释剂作为溶剂和/或分散介质的钢结构防火涂料，代号为 W。

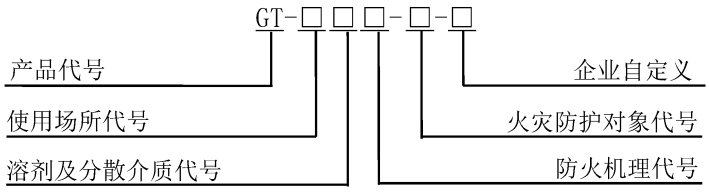
4.1.4　按防火机理分为：

——膨胀型钢结构防火涂料，涂层在高温时膨胀发泡，形成耐火隔热保护层的钢结构防火涂料，代号为 P；

——非膨胀型钢结构防火涂料，涂层在高温时不膨胀发泡，其自身成为耐火隔热保护层的钢结构防火涂料，代号为 F。

4.2　标记

钢结构防火涂料的产品代号以字母 GT 表示，产品型号的标记方法如下：



示例 1：

GT-NRP-F_p-SCB，表示室内溶剂型膨胀型钢结构防火涂料，用于普通钢结构的防护，企业自定义信息为 SCB。

示例 2：

GT-NSF-F_p-LG，表示室内水基型非膨胀型钢结构防火涂料，用于普通钢结构的防护，企业自定义信息为 LG。

示例 3：

GT-WWP-F_t-HY，表示室外无溶剂膨胀型钢结构防火涂料，用于特种钢结构的防护，企业自定义信息为 HY。

5 技术要求

5.1 理化性能

5.1.1 室内钢结构防火涂料的理化性能应符合表1的规定。

表1 室内钢结构防火涂料的理化性能

<table>
<tr><th rowspan="2">序号</th><th rowspan="2">理化性能项目</th><th colspan="4">技术指标</th></tr>
<tr><th colspan="3">膨胀型</th><th>非膨胀型</th></tr>
<tr><td>1</td><td>在容器中的状态</td><td colspan="3">经搅拌后呈均匀细腻状态或稠厚流体状态，无结块</td><td>经搅拌后呈均匀稠厚流体状态，无结块</td></tr>
<tr><td>2</td><td>涂层外观</td><td colspan="3">涂层无空鼓、起泡、脱层现象。涂层上若有裂缝，裂缝宽度应不大于0.5 mm，且构件1 m长度内裂缝应不超过1条；当涂层厚度不大于3 mm时，裂缝宽度应不大于0.1 mm</td><td>涂层无空鼓、起泡、脱层现象，涂层上若有裂缝，裂缝宽度应不大于1 mm，且构件1 m长度内裂缝应不超过3条</td></tr>
<tr><td>3</td><td>表面干燥时间/h</td><td colspan="3">≤12</td><td>≤24</td></tr>
<tr><td>4</td><td>初期干燥抗裂性</td><td colspan="3">不应出现裂纹</td><td>允许出现1条～3条裂纹，其宽度应不大于0.5 mm</td></tr>
<tr><td rowspan="2">5</td><td rowspan="2">粘结强度/MPa</td><td>S</td><td>R</td><td>W</td><td rowspan="2">≥0.06</td></tr>
<tr><td>≥0.50</td><td>≥0.50</td><td>≥2.50</td></tr>
<tr><td>6</td><td>抗压强度/MPa</td><td colspan="3">—</td><td>≥0.3</td></tr>
<tr><td>7</td><td>干密度/(kg/m³)</td><td colspan="3">—</td><td>≤600</td></tr>
<tr><td rowspan="2">8</td><td rowspan="2">挥发性有机化合物(VOC)含量/(g/L)</td><td>S</td><td>R</td><td>W</td><td rowspan="2">≤80</td></tr>
<tr><td>≤100</td><td>≤500</td><td>≤100</td></tr>
<tr><td>9</td><td>不挥发物含量[a]/%</td><td colspan="3">≥95</td><td>—</td></tr>
<tr><td>10</td><td>pH[b]</td><td colspan="3">≥7</td><td>≥7</td></tr>
<tr><td>11</td><td>膨胀体积偏差/%</td><td colspan="3">±20</td><td>—</td></tr>
<tr><td>12</td><td>隔热效率偏差[c]/%</td><td colspan="3">±15</td><td>±15</td></tr>
<tr><td>13</td><td>耐水性</td><td colspan="3">试验时间不低于24 h后，涂层应无起层、发泡、脱落现象，且隔热效率衰减量应不大于30%</td><td>试验时间不低于24 h后，涂层应无起层、发泡、脱落现象，且隔热效率衰减量应不大于30%</td></tr>
<tr><td>14</td><td>耐冷热循环性</td><td colspan="3">试验次数不少于15次后，涂层应无开裂、剥落、起泡现象，且隔热效率衰减量应不大于30%</td><td>试验次数不少于15次后，涂层应无开裂、剥落、起泡现象，且隔热效率衰减量应不大于30%</td></tr>
<tr><td colspan="6">注：“—”表示无要求。</td></tr>
<tr><td colspan="6">[a] 不挥发物含量检测项目仅适用于无溶剂钢结构防火涂料。
[b] pH检测项目仅适用于水基型钢结构防火涂料。
[c] 隔热效率偏差仅作为出厂检验项目。</td></tr>
</table>

5.1.2 室外钢结构防火涂料的理化性能应符合表2的规定。

表 2　室外钢结构防火涂料的理化性能

序号	理化性能项目	技术指标			
		膨胀型			非膨胀型
1	在容器中的状态	经搅拌后呈均匀细腻状态或稠厚流体状态，无结块			经搅拌后呈均匀稠厚流体状态，无结块
2	涂层外观	涂层无空鼓、起泡、脱层现象。涂层上若有裂缝，裂缝宽度应不大于 0.5 mm，且构件 1 m 长度内裂缝应不超过 1 条；当涂层厚度不大于 3 mm 时，裂缝宽度应不大于 0.1 mm			涂层无空鼓、起泡、脱层现象，涂层上若有裂缝，裂缝宽度应不大于 1 mm，且构件 1 m 长度内裂缝应不超过 3 条
3	表面干燥时间/h	≤12			≤24
4	初期干燥抗裂性	不应出现裂纹			允许出现 1 条～3 条裂纹，其宽度应不大于 0.5 mm
5	粘结强度/MPa	S	R	W	≥0.06
		≥0.50	≥0.50	≥2.50	
6	抗压强度/MPa	—			≥0.5
7	干密度/(kg/m^3)	—			≤700
8	挥发性有机化合物(VOC)含量/(g/L)	S	R	W	≤80
		≤100	≤500	≤100	
9	不挥发物含量[a]/%	≥95			—
10	pH[b]	≥7			≥7
11	吸水率/%	≤5			≤60
12	膨胀体积偏差/%	±20			—
13	隔热效率偏差[c]/%	±15			±15
14	耐工业大气性[d]	试验时间不低于 720 h 后，涂层应无起层、粉化、起泡、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验时间不低于 720 h 后，涂层应无起层、粉化、起泡、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
15	耐曝热性	试验时间不低于 720 h 后，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验时间不低于 720 h 后，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
16	耐湿热性	试验时间不低于 504 h 后，涂层应无起层、脱落现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验时间不低于 504 h 后，涂层应无起层、脱落现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
17	耐温变性	试验次数不少于 15 次后，涂层应无开裂、脱落、起泡现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验次数不少于 15 次后，涂层应无开裂、脱落、起泡现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
18	耐酸性	试验时间不低于 360 h 后，涂层应无起层、脱落、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验时间不低于 360 h 后，涂层应无起层、脱落、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
19	耐碱性	试验时间不低于 360 h 后，涂层应无起层、脱落、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%			试验时间不低于 360 h 后，涂层应无起层、脱落、开裂现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%

表 2　室外钢结构防火涂料的理化性能（续）

序号	理化性能项目	技术指标	
		膨胀型	非膨胀型
20	耐盐雾腐蚀性	试验次数不少于 30 次后，涂层应无起泡，明显的变质、软化现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%	试验次数不少于 30 次后，涂层应无起泡，明显的变质、软化现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
21	耐紫外线辐照性	试验次数不少于 60 次后，涂层应无起层，开裂、粉化现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%	试验次数不少于 60 次后，涂层应无起层，开裂、粉化现象，且隔热效率衰减量应不大于 30%
注：“—”表示无要求。			
[a] 不挥发物含量检测项目仅适用于无溶剂钢结构防火涂料。 [b] pH 检测项目仅适用于水基型钢结构防火涂料。 [c] 隔热效率偏差仅作为出厂检验项目。 [d] 耐工业大气性检测项目仅适用于特种钢结构防火涂料。			

5.2　耐火性能

钢结构防火涂料的耐火性能应符合表 3 的规定。

表 3　钢结构防火涂料的耐火性能

耐火性能级别代号		耐火极限(F_r) h
普通钢结构防火涂料	特种钢结构防火涂料	
$F_p0.50$	$F_t0.50$	$F_r \geqslant 0.50$
$F_p1.00$	$F_t1.00$	$F_r \geqslant 1.00$
$F_p1.50$	$F_t1.50$	$F_r \geqslant 1.50$
$F_p2.00$	$F_t2.00$	$F_r \geqslant 2.00$
$F_p2.50$	$F_t2.50$	$F_r \geqslant 2.50$
$F_p3.00$	$F_t3.00$	$F_r \geqslant 3.00$
$F_p3.50$	$F_t3.50$	$F_r \geqslant 3.50$
$F_p4.00$	$F_t4.00$	$F_r \geqslant 4.00$

6　试验方法

6.1　取样

抽样、检查和试验所需样品的采取，除另有规定外，应按 GB/T 3186 的规定进行。

6.2　制样条件

除另有规定外，试件的制备、养护均应在温度 5 ℃～35 ℃、相对湿度 40%～80%的环境条件下进行。

6.3 试件的制备

6.3.1 试件基材

采用Q235钢材作为试件基材，彻底清除锈迹后，除用于膨胀体积偏差试验的试件外，其余试件基材按产品施工工艺规定的防锈措施进行防锈处理(包括除锈等级、底漆类型等关键工艺参数)。试件基材的尺寸及数量应符合表4的规定。

表4 试件基材的尺寸及数量

序号	试件用途	尺寸 mm×mm×mm	数量 个
1	表面干燥时间试验	150×70×6	3
2	初期干燥抗裂性试验	150×70×6	3
3	粘结强度试验	70×70×6	5
4	膨胀体积偏差试验	150×70×6	1
5	吸水率试验	150×70×6	3
6	耐工业大气性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
7	耐曝热性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
8	耐湿热性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
9	耐温变性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
10	耐冷热循环性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
11	耐水性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
12	耐酸性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
13	耐碱性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
14	耐盐雾腐蚀性试验	150×70×6 500×500×6	1 1
15	耐紫外线辐照性试验	150×70×6 500×500×6	1
16	基准隔热效率测定	500×500×6	1
17	标准隔热效率测定	500×500×6	1

6.3.2 试件涂覆和养护

6.3.2.1 试件涂覆

用于表面干燥时间和初期干燥抗裂性试验的试件，按委托方提供的产品施工工艺要求进行涂覆制备，只涂覆一道涂料，试件涂层厚度为该产品最大单道涂膜厚度。

用于膨胀体积偏差试验的试件，按委托方提供的产品施工工艺（除加固措施及面漆外）要求进行涂覆制备，试件涂层厚度分别为：P 类（S/R）（1.5±0.2）mm、P 类（W）（3.0±0.5）mm。

除以上试件外，其余试件按委托方提供的产品施工工艺（除加固措施外）要求进行涂覆制备。试件涂层厚度分别为：

——尺寸小于 500 mm×500 mm 的小试件：P 类（S/R）（1.5±0.2）mm、P 类（W）（3.0±0.5）mm、F 类（15±2）mm；

——尺寸为 500 mm×500 mm 的大试件：P 类（S/R）（2.0±0.2）mm、P 类（W）（5.0±0.5）mm、F 类（25±2）mm，且每块大试件的涂层厚度相互之间偏差不大于 10%。

6.3.2.2 试件养护

试件涂层达到规定厚度后，应抹平修边，确保其均匀平整。除用于表面干燥时间和初期干燥抗裂性试验的试件外，其余涂覆好的试件涂层面朝上，水平放置于试验台上进行干燥养护，养护期规定为：P 类不少于 10 d、F 类不少于 28 d，委托方有规定的按委托方的规定执行。

6.3.3 试件预处理

用于 6.5.14、6.5.15、6.5.16、6.5.17、6.5.18、6.5.19、6.5.20、6.5.21、6.5.22 及 6.5.23 试验的试件养护期满后采用 1∶1 的石蜡与松香的溶液对其进行封边处理，封边宽度 5 mm～7 mm，再次养护不少于 24 h 后方可进行试验。

6.4 仪器设备

试验用仪器设备的分度值或准确度等级应不低于以下要求。凡本文件或规范性引用文件中已对特定设备做出规定的，应符合其相应规定。

——钢卷尺：1 mm。

——游标卡尺：0.02 mm。

——高度游标卡尺：0.02 mm

——电子天平：0.01 g。

——塞尺：0.1mm。

——秒表：1 s。

——万能试验机：1 级。

——pH 计：0.1 级。

——超声波测厚仪：0.01 mm。

——温度计：1 ℃。

——湿度计：1 %。

6.5 理化性能

6.5.1 在容器中的状态

用搅拌器搅拌容器内的试样或按规定的比例调配多组分涂料的试样，观察涂料是否均匀，有无结块。

6.5.2 涂层外观

采用目测法观察已按 6.6.3 要求制作且养护期满的试件的涂层是否存在起泡、脱层现象，在试件整个长度内采用锤头质量为（0.50±0.05）kg、锤头端面直径为（50±5）mm 的橡胶锤轻击，确定涂层是否存在空鼓现象，每个涂覆面的敲击点间距不大于 500 mm。涂层上有裂缝时，以试件一端作为起始端，每隔 1 m 取一截面，记录裂缝数量，并采用塞尺测量裂缝的宽度。

6.5.3 表面干燥时间

将依据6.3要求制备的试件，按GB/T 1728中用于表面干燥时间测定的乙法（指触法）进行测试。3个试件均符合要求判为合格。

6.5.4 初期干燥抗裂性

将依据6.3要求制备的试件，按GB/T 9779中规定的方法进行试验，试验时应控制出风口截面中心位置的气流速度满足规定要求。目测检查有无裂纹出现或使用塞尺测量裂纹宽度。3个试件中有2个符合要求判为合格。

6.5.5 粘结强度

将依据6.3要求制备的试件的涂层中央40 mm×40 mm面积内，均匀涂刷高粘结力的粘结剂（如双组分环氧粘结剂等），然后将钢制联结件粘上（要求钢制联结件底面平整与试件涂覆面粘结）并压上1 kg重的砝码，小心去除联结件周围溢出的粘结剂，继续在6.2规定的条件下养护3 d后去掉砝码，沿钢制联结件的周边切割涂层至板底面，然后将粘结好的试件安装在万能试验机上。沿试件底板垂直方向施加拉力，以1 500 N/min～2 000 N/min的速度施加荷载，测得最大拉伸荷载。每个试件的粘结强度按公式（1）计算。

$$f_b = F/A \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

f_b ——粘结强度，单位为兆帕（MPa）；

F ——最大拉伸荷载，单位为牛顿（N）；

A ——粘结面积，单位为平方毫米（mm^2）。

粘结强度结果以5个试验值中剔除粗大误差（按格拉布斯准则，取置信概率为95%）后的算术平均值表示，精确至小数点后两位，并在结果中注明涂层的破坏形式（如内聚破坏和/或附着破坏）。

6.5.6 抗压强度

6.5.6.1 试件制作

先在规格为70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm的金属试模内壁涂一薄层机油，然后依据委托方提供的施工工艺配比（界面层除外）搅拌防火涂料，并采用其中所述施工方法，将拌和后的涂料喷涂或注入试模内并插捣抹平，待基本干燥固化后脱模，继续在6.2规定的条件下养护28 d后，将试件放置于（60±5）℃的烘箱中干燥48 h，然后再放置在干燥器内冷却至室温。

6.5.6.2 试验程序

选择试件的某一侧面作为受压面，用游标卡尺测量其边长，精确至0.1 mm。将选定试件的受压面向上放在万能试验机的加压座上，试件的中心线与试验机中心线应重合，以150 N/min～200 N/min的速度均匀施加荷载至试件破坏。记录试件破坏时的最大荷载。每个试件的抗压强度按公式（2）计算。

$$R = P/A \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中：

R ——抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

P ——最大载荷，单位为牛顿（N）；

A ——受压面积，单位为平方毫米（mm^2）。

抗压强度结果以5个试验值中剔除粗大误差（按格拉布斯准则，取置信概率为95%）后的算术平均值表示，精确至小数点后一位。

6.5.7 干密度

试件制作同 6.5.6.1。

采用游标卡尺测量试件的三个边长，精确至 0.1 mm，计算试件体积并采用电子天平测量其质量，精确至 0.1 g。每个试件的干密度按公式(3)计算。

$$\rho = m/V \qquad \cdots\cdots(3)$$

式中：

ρ ——干密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

m——质量，单位为千克(kg)；

V——体积，单位为立方米(m³)。

干密度结果以 5 个试验值中剔除粗大误差(按格拉布斯准则，取置信概率为 95%)后的算术平均值表示，精确至整数。

6.5.8 VOC 含量

根据涂料的类别，按 GB 30981.2 的规定进行测试。

6.5.9 不挥发物含量

按 GB/T 1725 的规定进行测试，测试时的加热温度(105±2)℃，加热时间 60 min。

6.5.10 pH 值

用搅拌器搅拌容器内的试样或按规定的比例调配多组分涂料的试样，采用 pH 计测量其 pH 值。

6.5.11 吸水率

6.5.11.1 将依据 6.3.1 规定处理好的试件基材称量质量后，按 6.3.2 规定进行试件的涂覆和养护，达到规定条件后称量试件的质量。质量精确至 0.1 g。

6.5.11.2 按 6.3.3 规定对以上试件完成预处理并称量质量后，将试件垂直地全部浸泡于盛有自来水的容器中，水温(23±2)℃，试件与试件之间不相接触。浸水 24 h 后将试件取出，迅速用滤纸吸干试件表面水分，立即称量。每个试件自水中取出至称量完毕的时间应不超过 2 min。质量精确至 0.1 g。每个试件的吸水率按公式(4)计算。

$$w = \frac{m_3 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100\% \qquad \cdots\cdots(4)$$

式中：

w ——试件的吸水率；

m_3 ——浸水后封边试件的质量，单位为克(g)；

m_2 ——浸水前封边试件的质量，单位为克(g)；

m_1 ——浸水前未封边试件的质量，单位为克(g)；

m_0 ——试件基材的质量，单位为克(g)。

吸水率结果以 3 个试验值的算术平均值表示，精确至 1%，并在结果中注明所配套的面漆情况。

6.5.12 膨胀体积偏差

按附录 A 的规定进行测试，并注明涂料的标称膨胀体积。

6.5.13 隔热效率偏差

6.5.13.1 基准隔热效率的测定

按附录 B 的规定，对依据 6.3 要求制作的“基准隔热效率测定”用试件进行隔热效率试验，其隔热效

率为钢结构防火涂料的基准隔热效率(T_0)。

6.5.13.2 隔热效率偏差测试

按附录B的规定,对依据6.3要求制作的"标准隔热效率测定"用试件进行隔热效率试验,其隔热效率为钢结构防火涂料的标准隔热效率($T_{标}$)。隔热效率偏差按附录B的规定进行计算。

6.5.14 耐水性

6.5.14.1 将依据6.3要求制作的试件全部浸泡于盛有自来水的容器中,水温(23±2)℃。试验期间应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况,直至达到规定的试验时间。

6.5.14.2 取出经过6.5.14.1试验的大试件,放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于15 d后,按附录B的规定测试其隔热效率并计算衰减量,并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.15 耐冷热循环性

6.5.15.1 将依据6.3要求制作的试件置于(23±2)℃的空气中18 h,然后将试件放入(−20±2)℃低温箱中冷冻3 h,再将试件从低温箱中取出立即放入(50±2)℃的恒温箱中3 h。此为1次循环,按此反复循环试验。试验期间,每一次循环结束时应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况,直至达到规定的循环次数。

6.5.15.2 取出经过6.5.15.1试验的大试件,放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于2 d后,按附录B的规定测试其隔热效率并计算衰减量,并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.16 耐工业大气性

6.5.16.1 将依据6.3要求制作的试件垂直放置于体积为(300±15)L的试验箱中,试件距箱壁不小于50 mm,相邻试件的间距不小于20 mm。在试验箱底部放置一水盘,水盘中注入的水深不小于10 mm,水边缘距离箱壁不大于50 mm,水表面距离试件底部边缘不小于80 mm。按二氧化硫或二氧化碳气体与试验箱的体积比,分别加入(1.00±0.05)%的二氧化硫和(1.00±0.05)%的二氧化碳气体,箱内保持(35±2)℃。试验期间,每隔24 h排出试验箱内残余气体后,观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况,然后按上述比例重新加入二氧化硫和二氧化碳气体继续试验,直至达到规定的试验时间。

6.5.16.2 取出经过6.5.16.1试验的大试件,放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于7 d后,按附录B的规定测试其隔热效率并计算衰减量,并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.17 耐曝热性

6.5.17.1 将依据6.3要求制作的试件垂直放置在(50±2)℃的烘箱中。试验期间,每隔24 h应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况,直至达到规定的试验时间。

6.5.17.2 取出经过6.5.17.1试验的大试件,放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于2 d后,按附录B的规定测试其隔热效率并计算衰减量,并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.18 耐湿热性

6.5.18.1 将依据6.3要求制作的试件垂直放置在温度(45±2)℃、相对湿度(90±5)%的试验箱中。试验期间,每隔24 h应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况,直至达到规定的试验时间。

6.5.18.2 取出经过6.5.18.1试验的大试件,放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于7 d后,按附录B的规定测试其隔热效率并计算衰减量,并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.19 耐温变性

6.5.19.1 将依据6.3要求制作的试件置于(23±2)℃的自来水中18 h,然后将试件放入(−20±2)℃低

温箱中冷冻 3 h，再将试件从低温箱中取出立即放入(50±2)℃的恒温箱中 3 h。此为 1 次循环，按此反复循环试验。试验期间，每一次循环结束时应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况，直至达到规定的循环次数。

6.5.19.2 取出经过 6.5.19.1 试验的大试件，放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于 15 d 后，按附录 B 的规定测试其隔热效率并计算衰减量，并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.20 耐酸性

6.5.20.1 将依据 6.3 要求制作的试件全部浸泡于 3%的盐酸溶液中。试验期间，每隔 24 h 应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况，直至达到规定的试验时间。

6.5.20.2 取出经过 6.5.20.1 试验的大试件，放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于 15 d 后，按附录 B 的规定测试其隔热效率并计算衰减量，并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.21 耐碱性

6.5.21.1 将依据 6.3 要求制作的试件全部浸泡于 3%的氨水溶液中。试验期间，每隔 24 h 应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况，直至达到规定的试验时间。

6.5.21.2 取出经过 6.5.21.1 试验的大试件，放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于 15 d 后，按附录 B 的规定测试其隔热效率并计算衰减量，并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.22 耐盐雾腐蚀性

6.5.22.1 将依据 6.3 要求制作的试件按 GB 28375 规定的方法进行试验。试验期间，每一次循环结束时应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况，直至达到规定的循环次数。

6.5.22.2 取出经过 6.5.22.1 试验的大试件，放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于 15 d 后，按附录 B 的规定测试其隔热效率并计算衰减量，并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.5.23 耐紫外线辐照性

6.5.23.1 将依据 6.3 要求制作的试件按 GB/T 14522—2008 中表 C.1 规定的第 2 种暴露周期类型进行试验。试验期间，每两次循环结束时应观察并记录小试件表面的防火涂料涂层外观情况，直至达到规定的循环次数。

6.5.23.2 取出经过 6.5.23.1 试验的大试件，放在温度(23±2)℃的环境条件下养护不少于 15 d 后，按附录 B 的规定测试其隔热效率并计算衰减量，并在结果中注明配套面漆的名称、型号及涂覆遍数。

6.6 耐火性能

6.6.1 试验装置

符合 GB/T 9978.1 的规定。

6.6.2 试验条件

普通钢结构防火涂料采用建筑纤维类火灾升温条件，试验炉内温度及压力应符合 GB/T 9978.1 的规定；特种钢结构防火涂料采用烃类(HC)火灾升温条件，试验炉内按 XF/T 714 规定的 HC 升温曲线升温并保持正压。

试验炉内用于温度和压力测量的仪器设备，其数量、布置方式及测量要求应符合 GB/T 9978.1 和 GB/T 9978.6 的规定。

6.6.3 试件制作

采用 GB/T 706 规定的 36b 热轧工字钢作为试验基材，钢材牌号为 Q235。试件制作时，首先按

GB/T 9978.6 的规定设置试件热电偶(均用于测量试件的平均温度及最大温度),然后按委托方提供的产品施工工艺对试件受火面进行涂覆施工,形成涂覆的钢梁试件,并放在 6.2 规定的条件下养护,养护期由委托方确定。

6.6.4 涂层厚度的确定

涂层厚度应在试件各受火面进行测量,且沿试件长度方向每米不少于 1 个测量截面。每个截面上共 7 个测量点(见图 1 中箭头所指位置),其中腹板两侧中部各一个,上翼缘下表面两侧中部各一个,下翼缘上表面两侧中部各一个,下翼缘下表面中部一个。涂层厚度(包括防锈漆、面漆及加固措施等厚度在内)以剔除测量值中的最大值和最小值后的算术平均值表示。涂层厚度精确至:0.1 mm(P 类),1 mm(F 类)。

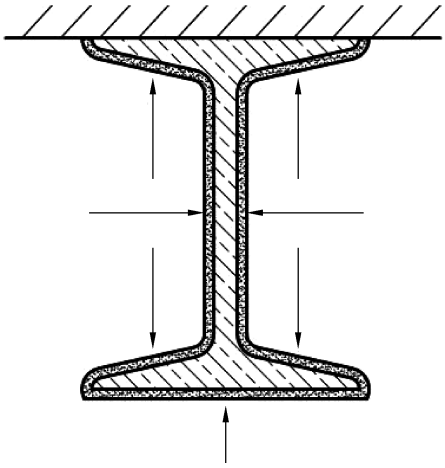


图 1 试件截面上涂层厚度测量点位置

6.6.5 试件安装、约束与加载

6.6.5.1 试件应水平、简支安装在水平燃烧试验炉上。试件三面受火,上表面覆盖标准盖板,盖板采用密度为(650±200)kg/m^3 的加气混凝土板或轻质混凝土板,每块盖板的厚度为(150±25)mm、长度不大于 1 m、宽度大于或等于梁上翼缘的 3 倍宽度且不小于 600 mm。盖板与梁的上翼缘之间设一层硅酸铝纤维棉,其宽度等于梁的上翼缘宽度。试件受火长度不小于 4 000 mm,试件的支撑点间距及总长度应符合 GB/T 9978.6 中对试件尺寸的规定。试件的其他安装和约束要求应符合 GB/T 9978.6 的规定。

6.6.5.2 试件加载条件应符合 GB/T 9978.6 的规定,试件承受四点集中荷载模拟的均布荷载,荷载总量对应设计弯矩极限值(按 GB 50017 中受弯构件的强度进行计算)的 60%,且应符合整体稳定性的要求。计算时应采用钢材的设计强度。实际加载量为总荷载量扣除钢梁、标准盖板自重(试验前进行称量)而得出的荷载量。加载量在整个试验过程中应保持恒定(偏差在规定值的±5%以内)。36b 热轧工字钢的实际加载量按附录 C 的规定进行计算。

6.6.6 耐火极限判定

耐火试验过程中,当出现以下任一情况时,即表明试件达到耐火极限:

——试件的最大弯曲变形量超过$\frac{L_0^2}{400h}$ mm(L_0 为试件的支撑点间距,h 为试件截面上抗压点与抗拉点之间的距离);

——试件的平均温度超过 538 ℃、最大温度超过 649 ℃。

6.6.7 耐火性能的表示

钢结构防火涂料的耐火性能试验结果应包括升温条件、试验基材类型、截面系数、涂层厚度、耐火性

能试验时间或耐火极限等信息，并注明涂层构造方式、配套底漆和面漆的情况（名称、型号、厚度或涂覆遍数）。耐火性能试验时间或耐火极限精确至 0.01 h。

7 检验规则

7.1 检验分类

7.1.1 出厂检验

出厂检验项目分为常规项目和抽检项目两类。常规项目应至少包括：在容器中的状态、表面干燥时间、初期干燥抗裂性、pH，且应按批检验。抽检项目应至少包括：干密度、吸水率、膨胀体积偏差、隔热效率偏差、耐水性、耐酸性、耐碱性，且应在每半年或每生产 1 000 t（P 类）、2 000 t（F 类）产品（先到为准）之内至少进行一次检验。

7.1.2 型式检验

型式检验项目为第 5 章规定的全部适用项目。

有下列情形之一，产品应进行型式检验：

——新产品投产或老产品转厂生产时试制定型鉴定；

——正式生产后，产品的配方、工艺、原材料有较大改变时；

——产品累计生产量达到 100 000 t（P 类）、300 000 t（F 类）时；

——产品停产一年及以上恢复生产时；

——出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；

——发生重大质量事故整改后；

7.2 组批与抽样

7.2.1 组批

组成一批的钢结构防火涂料应为同一次投料、同一生产工艺、同一生产条件下生产的产品。

7.2.2 抽样

出厂检验样品应分别从不少于 200 kg（P 类）、500 kg（F 类）的产品中随机抽取 40 kg（P 类）、100 kg（F 类）。

型式检验样品应分别从不少于 1 000 kg（P 类）、3 000 kg（F 类）的产品中随机抽取 150 kg（P 类）、250 kg（F 类）。

7.3 判定准则

7.3.1 出厂检验判定

出厂检验中，出厂检验项目全部符合要求时，判该批产品合格；否则，判该批产品不合格。抽检项目全部符合要求时，则为合格；若出现不合格，允许对不合格项进行加倍复验，复验全部合格的，则合格，否则不合格。

7.3.2 型式检验判定

钢结构防火涂料的耐火性能达到表 3 中某一级别规定的耐火极限要求，且其他各项理化性能（适用项目）均符合要求时，判该产品在该级别条件下合格。否则，判该产品在该级别条件下不合格。

7.4 检验结果应用

通过型式检验判定合格的室外钢结构防火涂料，可作为具有相同耐火级别的室内钢结构防火涂料

使用。通过型式检验判定合格的特种钢结构防火涂料，可作为具有相同耐火时间的普通钢结构防火涂料使用。

钢结构防火涂料的耐火性能试验结果，适用于实际工程中与本文件规定的耐火试验条件（如钢构件的截面形式和尺寸、荷载和受力类型、火灾场景等）一致且截面系数更小的钢构件。对于实际工程中与本文件规定的耐火试验条件不一致或截面系数更大的钢构件，选用的钢结构防火涂料的耐火性能级别应不低于钢构件的设计耐火极限，其涂层厚度应按 GB 51249 设计确定，或通过耐火试验确定。设计时所采用的钢结构防火涂料的等效热阻或等效热传导系数，应按附录 D 进行测定。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 产品标志应包含产品名称、标记、执行标准编号、商标（适用时）、制造商、生产厂、生产地址、生产日期或生产批号、出厂日期、保质贮存期等。

8.2 产品包装应安全可靠、便于运输和贮存。包装上的相关图形符号标志应符合 GB/T 191 及 GB/T 6388 的规定，包装内应附产品合格证和产品使用说明书。产品使用说明书中应明示产品的颜色、标称膨胀体积（适用时）、涂布率、施工工艺[包括钢基材的处理要求、防锈底漆（适用时）、加固措施（适用时）、面漆（适用时）等]及警示等。

8.3 产品运输时应防止雨淋、曝晒，装卸时应轻拿轻放，并应遵守运输部门的有关规定。

8.4 产品应贮存在干燥、通风、防止日光直接照射的场所。

附 录 A
（规范性）
钢结构防火涂料膨胀性能试验方法

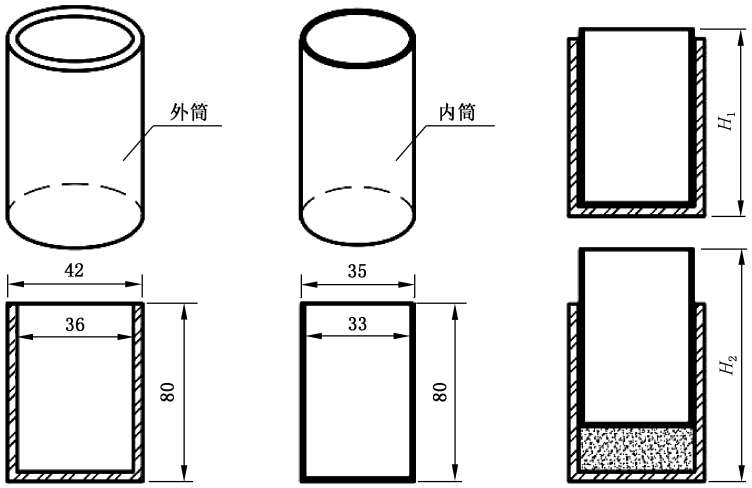
A.1 样品制备

在已按 6.3 要求制作好的试件涂层上，采用适当的工具（如刮刀、铲等）刮取样品。将刮取的样品分割成小颗粒后，采用符合 GB/T 6003.1—2022 中表 1 规定的网孔基本尺寸为 2 mm 的试验筛过筛，然后从通过试验筛的颗粒中称取三份样品用于测试。对于水基型和溶剂型涂料，每份样品的质量为(1.00±0.05)g；对于无溶剂涂料，每份样品的质量为(2.00±0.05)g。

A.2 试验装置

试验装置（见图 A.1 所示）由外筒和内筒组成。外筒由 3 mm 厚不锈钢制成，内筒由 1 mm 厚铝材制成，其质量为(25±2)g。试验所用电阻炉的最高加热温度应不低于 800 ℃、炉膛净空高度应不低于 100 mm。

单位为毫米



标引符号说明：

H_1——试验前内筒顶部距外筒底面的高度；

H_2——试验后内筒顶部距外筒底面的高度。

图 A.1 膨胀性能试验装置

A.3 试验程序

将内筒放入外筒内，采用高度游标卡尺测量内筒顶部距外筒底面的高度 H_1，测量 4 个位置（沿内筒顶部圆周均匀分布），计算其算术平均值，精确至 0.1 mm。然后取出内筒，将一份样品放入外筒中，并均匀平铺在其底部。

将装有样品的外筒放置于已恒温至(600±10)℃的电阻炉内，迅速关闭炉门并启动计时，整个过程应在 30 s 内完成。10 min 后，切断电阻炉电源，打开炉门，取出外筒，待其自然冷却后，将内筒缓慢放入外筒内，采用高度游标卡尺测量内筒顶部距外筒底面的高度 H_2，测量 4 个位置（沿内筒顶部圆周均匀分布），计算其算术平均值，精确至 0.1 mm。按公式(A.1)计算涂料的膨胀体积。

$$n=\frac{\pi(d/2)^2(H_2-H_1)}{1\,000m} \qquad \cdots\cdots(A.1)$$

式中：

n ——膨胀体积，单位为毫升每克(mL/g)；

π ——圆周率，取 3.14；

d ——外筒的内径，单位为毫米(mm)；

H_2——试验完成后内筒顶部距外筒底面的高度，单位为毫米(mm)；

H_1——放入样品前内筒顶部距外筒底面的高度，单位为毫米(mm)；

m ——样品质量，单位为克(g)。

按以上程序共进行 3 次测试，取 3 次测试结果的算术平均值作为涂料的实测膨胀体积，精确至小数点后一位。当涂料的膨胀高度(H_2-H_1)超过 60 mm 时，应将三份样品的质量均减少 0.20 g 后重新进行试验。

A.4 试验结果

按公式(A.2)计算涂料的膨胀体积偏差。

$$\delta=(\overline{n}-n_0)/n_0\times100\% \qquad \cdots\cdots(A.2)$$

式中：

δ ——膨胀体积偏差；

$\overline{n}$ ——实测膨胀体积，单位为毫升每克(mL/g)；

n_0——标称膨胀体积，单位为毫升每克(mL/g)。

计算结果精确至 1%。

A.5 试验报告

试验报告至少应包括以下信息：

——试验依据；

——试验室名称和地址；

——报告日期和报告编号；

——委托方、制造商/供应商的名称；

——产品名称、标记；

——产品的标称膨胀体积；

——样品质量；

——试验日期；

——试验结果。

附 录 B
（规范性）
钢结构防火涂料隔热效率试验方法

B.1 试件

本试验所采用的试件为6.5.13中提及的“基准隔热效率测定”用试件和“标准隔热效率测定”用试件，以及6.5.14.2、6.5.15.2、6.5.16.2、6.5.17.2、6.5.18.2、6.5.19.2、6.5.20.2、6.5.21.2、6.5.22.2、6.5.23.2中提及的大试件。

B.2 试验装置

试验装置应至少包括水平燃烧试验炉、热电偶、炉压测量探头等。试验炉开口尺寸应不小于1 000 mm×1 000 mm，其内衬材料应采用耐高温隔热材料（密度应小于1 000 kg/m^3，厚度不小于50 mm）。试验炉采用液体或气体燃料，炉内的温度及压力能得到有效的监视和控制。热电偶、炉压测量探头等应符合GB/T 9978.1的规定。

B.3 试验程序

B.3.1 组批

按试验炉开口尺寸大小的不同，在满足B.3.2规定的安装条件下，可一次试验一个或多个试件。

B.3.2 安装

试件涂覆面向下水平安装在试验炉上，涂覆面应与试验炉炉盖下表面基本平齐，试件的背火表面覆盖一层公称厚度为50 mm、体积密度为(128±15)kg/m^{3}的干燥硅酸铝棉针刺毯。试件的受火尺寸应不小于450 mm×450 mm，其边缘与炉膛内壁之间的距离应不小于250 mm。当多个试件同时进行试验时，相邻试件边缘之间的间距应不大于500 mm。试件的周边与安装框架之间的间隙处应填塞硅酸铝纤维棉。

B.3.3 试验条件

采用建筑纤维类火灾升温条件，试验炉内温度及压力应符合GB/T 9978.1的规定。

B.3.4 温度测量

B.3.4.1 试验炉内温度

在试验炉内，距离每个试件下表面(100±50)mm处的水平面上至少应布置1支炉内热电偶，热电偶与炉膛内壁之间的距离应不小于300 mm。热电偶的总数量应不少于4支。

B.3.4.2 试件背火面温度

每个试件的背火面温度采用2支热电偶进行测量，其中1支位于试件背火表面中心，另1支位于试件背火表面中心线上距中心125 mm处。热电偶与试件背火面的固定方式应符合GB/T 9978.1的规定。

B.3.5 试验终止条件

在整个试验过程中，当试件背火面的平均温度达到500 ℃时，即可终止试验。

B.4 试验结果

B.4.1 隔热效率

试件的隔热效率以其背火面的平均温度达到500 ℃时的试验时间表示，精确至1 min。

B.4.2 隔热效率偏差

钢结构防火涂料的隔热效率偏差采用公式(B.1)计算，且公式中的 T_0 为产品型式检验时测得的基准隔热效率。

$$\eta=(T_{标}-T_0)/T_0\times100\% \qquad \cdots\cdots(B.1)$$

式中：

η ——隔热效率偏差；

$T_{标}$——标准隔热效率，单位为分(min)；

T_0 ——基准隔热效率，单位为分(min)。

计算结果精确至1%。

B.4.3 隔热效率衰减量

钢结构防火涂料的隔热效率衰减量采用公式(B.2)计算。

$$\theta=(T_0-T)/T_0\times100\% \qquad \cdots\cdots(B.2)$$

式中：

θ ——隔热效率衰减量；

T_0——基准隔热效率，单位为分(min)；

T ——耐久性试验后大试件的隔热效率，单位为分(min)。

计算结果精确至1%。

注：当 $T\geqslant T_0$ 时，表示试件的隔热效率无衰减。

B.5 试验报告

试验报告至少应包括以下信息：

——试验依据；

——试验室名称和地址；

——报告日期和报告编号；

——委托方、制造商/供应商的名称；

——产品名称、标记；

——产品的基准隔热效率及对应涂层厚度；

——试验日期；

——试验结果。

附 录 C
（规范性）
钢结构防火涂料耐火试验加载量计算

C.1 条件

钢梁为 Q235 热轧工字钢，抗弯强度为 f(N/mm^2)、屈服强度为 f_y(N/mm^2)。钢梁安装方式为水平简支，支撑点间距为 L_0(mm)、受压翼缘宽度为 b_1(mm)、翼缘厚度为 t_1(mm)、腹板厚度为 d(mm)、圆角半径为 r(mm)、自重为 g(N/m)、截面高度为 h(mm)、截面回转半径为 i_y(mm)、截面面积为 A(mm^2)、截面模量为 W_x(mm^3)。标准盖板自重经称量为 q_0(N/m)。

C.2 均布荷载计算

钢梁受载后其截面上实际产生的最大弯矩 M_{max}用公式(C.1)计算：

$$M_{max}=(1/8)q_{max}L_0^2 \qquad \cdots\cdots(C.1)$$

按 GB 50017 的规定，钢梁截面上的设计弯矩 M_x 应符合公式(C.2)的要求：

$$M_x/(\gamma_x W_x)\leqslant f \qquad \cdots\cdots(C.2)$$

式中，当截面板件的宽厚比等级为 S4 级或 S5 级时，$\gamma_x=1.0$；当截面板件的宽厚比等级为 S1 级、S2 级或 S3 级时，对于工字形截面，$\gamma_x=1.05$。

由公式(C.2)，钢梁截面上的设计弯矩极限值 $M_{极限}$用公式(C.3)计算：

$$M_{极限}=\gamma_x W_x f \qquad \cdots\cdots(C.3)$$

依据 6.6.5 的规定，$M_{max}=M_{极限}\times 60\%$，均布荷载 q_{max}用公式(C.4)计算：

$$q_{max}=4.8\gamma_x W_x f/L_0^2 \qquad \cdots\cdots(C.4)$$

C.3 稳定性验证

C.3.1 稳定系数的计算

按 GB 50017 的规定，轧制普通工字型简支梁的整体稳定系数 φ_b 应通过查表确定。当所得的 φ_b 值大于 0.6 时，采用公式(C.5)对其进行修正计算：

$$\varphi'_b=1.07-0.282/\varphi_b \qquad \cdots\cdots(C.5)$$

C.3.2 验证条件

按 GB 50017 的规定，当钢梁截面上的最大弯矩 M_{max}满足公式(C.6)的要求时，可判定其处于整体稳定状态，均布荷载 q_{max}采用公式(C.4)进行计算。

$$M_{max}\leqslant f\varphi_b W_x \qquad \cdots\cdots(C.6)$$

否则，应以梁的整体稳定性，采用公式(C.7)计算均布荷载 q_{max}：

$$q_{max}=8f\varphi_b W_x/L_0^2 \qquad \cdots\cdots(C.7)$$

当稳定系数经过修正后，应采用 φ'_b代替公式(C.6)和公式(C.7)中的 φ_b。

C.4 加载量计算

依据 6.6.5 的规定，试件的实际加载量 F 采用公式(C.8)计算：

$$F=(q_{max}-g-q_0)L_0 \qquad \cdots\cdots(C.8)$$

C.5 计算示例

C.5.1 条件

试验基材为 GB/T 706 规定的 36b 热轧工字钢，L_0=4 200mm、f=215 N/mm^2、f_y=235 N/mm^2、b_1=138 mm、t_1=15.8 mm、d=12.0 mm、r=12.0 mm、g=643.9 N/m、A=8 364 mm^2、h=360 mm、i_y=26.4 mm、W_x=919 000 mm^3，所用标准盖板自重经称量 q_0=573.3 N/m。求钢梁的实际加载量 F。

C.5.2 计算

计算程序如下：

a) 均布荷载计算：

采用以上已知条件，经计算确定，该钢梁的截面板件的宽厚比等级为 S1 级，因此 γ_x=1.05。由公式(C.4) 得：

$q_{max}=4.8\gamma_x W_x f/L_0{}^2=4.8\times1.05\times919\ 000\times215/4\ 200^2=56.453$ kN/m

b) 稳定性验证：

经查表，当 L_0=4 000 mm 和 L_0=5 000 mm 时，钢梁的稳定性系数分别为 0.93 和 0.73。采用线性插值法计算，当 L_0=4 200 mm 时，钢梁的稳定性系数 φ_b=0.89>0.6，按公式(C.5)对其进行修正：

$\varphi'_b=1.07-0.282/\varphi_b=1.07-0.282/0.89=0.75$

由公式(C.1)得：

$M_{max}=(1/8)q_{max}L_0{}^2=(1/8)\times56.453\times4\ 200^2=124\ 479$ N·m

而，$f\varphi'_bW_x=215\times0.75\times919\ 000=148\ 189$ N·m

所以，$M_{max}<f\varphi_bW_x$，满足稳定性要求。

c) 加载量计算：

由公式(C.8)得：

$F=(q_{max}-g-q_0)L_0=(56\ 453-643.9-573.3)\times4.2=232$ kN

附 录 D
（规范性）
钢结构防火涂料的等效热阻或等效热传导系数测试方法

D.1 试件

D.1.1 试件基材

试件基材采用 GB/T 706 规定的 36b 热轧工字钢，长度(500±10)mm。

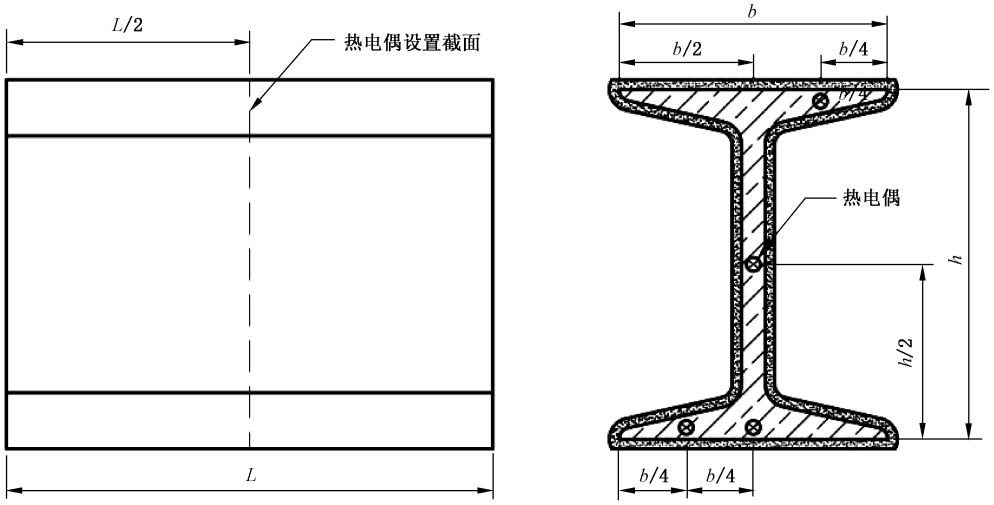
D.1.2 试件数量

对于非膨胀型防火涂料：试件数量为 1 组，共 3 个。

对于膨胀型防火涂料：当委托方能够提供产品的最小使用厚度和最大使用厚度且需要对整个使用厚度范围进行测试时，试件数量为 5 组，每组 3 个，共 15 个；当委托方仅需要对其指定的涂层厚度进行测试时，一个厚度 1 组试件，每组 3 个。

D.1.3 试件的涂覆和养护

试件涂覆前，首先按 D.3.4.2 的规定在试件基材上设置热电偶，然后按委托方提供的产品施工工艺要求对试件的受火面进行涂覆施工，涂覆试件见图 D.1 所示，涂层厚度分别为：对于非膨胀型防火涂料，1 组中的 3 个试件的涂层厚度均为(20±2)mm；对于膨胀型防火涂料，涂层厚度由委托方确定，当委托方需要对整个使用厚度范围进行测试时，5 组试件的涂层厚度分别为最大使用厚度、最小使用厚度以及按最大使用厚度与最小使用厚度之差的 1/4 递增的厚度，每组中的 3 个试件的涂层厚度允许偏差为±10%，且不大于±0.1 mm。



标引符号说明：

L ——试件长度；

b ——工字钢翼缘宽度；

h——工字钢截面高度。

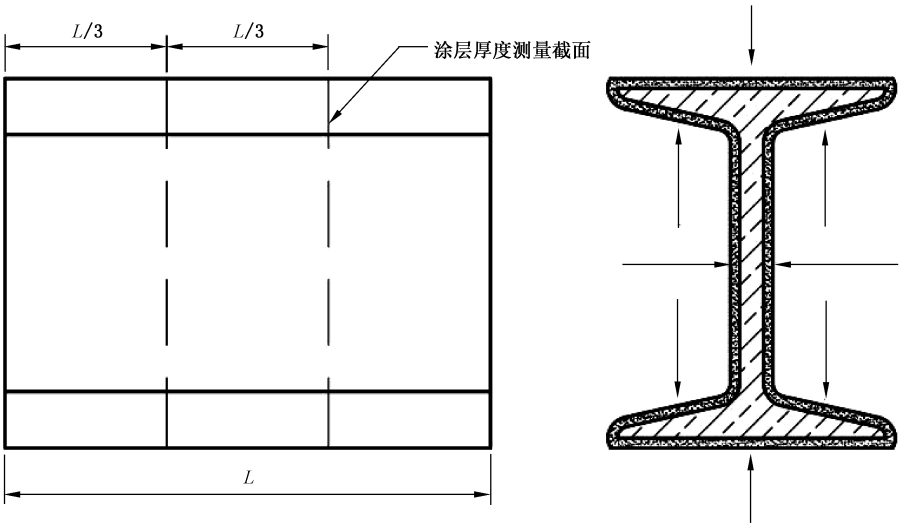
图 D.1 涂覆试件及热电偶位置

涂覆好的试件放置在 6.2 规定的条件下养护，养护期由委托方确定。养护到期后，使用高温粘结剂

将体积密度为(128±15)kg/m³ 的硅酸铝棉针刺毯粘结包裹于试件两端。包裹宽度(50±10)mm,总厚度应不小于 50 mm。包裹后需采取可靠措施(如捆绑)加固,确保硅酸铝棉针刺毯在试验过程中不脱落。完成包裹加固后,试件应继续在 6.2 规定的条件下养护不少于 1 d。

D.1.4 涂层厚度测量

试件养护完成后,采用适当的设备(如游标卡尺、超声波测厚仪等)对每个试件的涂层厚度进行测量,测量点位置见图 D.2 所示。每个试件共 2 个测量截面,每个测量截面上共 8 个测量点,其中腹板两侧中部各一个,上翼缘上表面中部一个,上翼缘下表面两侧中部各一个,下翼缘上表面两侧中部各一个,下翼缘下表面中部一个。涂层厚度以剔除测量值中的最大值和最小值后的算术平均值表示。涂层厚度精确至:0.1 mm(P 类),1 mm(F 类)。



标引符号说明:

L——试件长度。

图 D.2 涂层厚度测量点位置

D.2 试验装置

试验装置应至少包括水平燃烧试验炉、热电偶、炉压测量探头等。试验炉的内衬材料应采用耐高温隔热材料(密度应小于 1 000 kg/m³,厚度不小于 50 mm)。试验炉采用液体或气体燃料,炉内的温度及压力能得到有效的监视和控制。热电偶、炉压测量探头等应符合 GB/T 9978.1 的规定。

D.3 试验程序

D.3.1 组批

按试验炉炉膛尺寸大小的不同,在满足 D.3.2 规定的安装条件下,可一次试验一组或多组试件。

D.3.2 安装

试件沿其长度方向垂直吊装于试验炉内,确保四面受火。所有试件应置于同一高度。同一组试件的腹板之间应保持平行,且间距应不小于 500 mm。当多组试件同时进行试验时,任何两组相邻试件之间的间距应不小于 500 mm。试件与炉膛内壁及顶部之间的距离应不小于 250 mm,与炉膛底部之间的距离应不小于 500 mm。

D.3.3 试验条件

普通钢结构防火涂料采用建筑纤维类火灾升温条件，试验炉内温度及压力应符合 GB/T 9978.1 的规定；特种钢结构防火涂料采用烃类（HC）火灾升温条件，试验炉内按 XF/T 714 规定的 HC 升温曲线升温并保持正压。

D.3.4 温度测量

D.3.4.1 试验炉内温度

在试验炉内，每个试件受火长度的 1/2 处至少应布置 1 支炉内热电偶，热电偶距离试件翼缘外侧表面（100±50）mm，热电偶与炉膛内壁之间的距离应不小于 300 mm。

D.3.4.2 试件基材温度

每个试件基材的温度采用 4 支铠装 K 型热电偶（外径不小于 1.5 mm）进行测量，热电偶位置见图 D.1 所示。热电偶的热接点嵌入基材的深度应不小于 5 mm，并采用焊接或镶嵌等方式使热电偶与基材连接。热电偶的安装固定方式应符合 GB/T 9978.1 的规定。

D.3.5 试验终止条件

在整个试验过程中，当所有试件基材的平均温度均达到 538 ℃时，即可终止试验。

D.4 试验结果

D.4.1 等效热传导系数

对于非膨胀型普通钢结构防火涂料，每个试件防火涂料的等效热传导系数采用公式（D.1）进行计算。

$$\lambda_{i(p)}=\frac{d_i}{\dfrac{5\times10^{-5}}{\left(\dfrac{T_s-T_{s0}}{t_0}+0.2\right)^2-0.044}\cdot\dfrac{F_i}{V}} \qquad \text{（D.1）}$$

式中：

$\lambda_{i(p)}$ ——非膨胀型普通钢结构防火涂料的等效热传导系数，单位为瓦每米摄氏度［W/(m·℃)］；

d_i ——涂层厚度，单位为米（m）；

T_s ——试验结束时试件基材的平均温度，取 538 ℃，单位为摄氏度（℃）；

T_{s0} ——试验开始时试件基材的平均温度，可取 20 ℃，单位为摄氏度（℃）；

t_0 ——试件基材的平均温度达到 538 ℃的时间，单位为秒（s）；

F_i/V——试件基材的截面系数，单位为每米（m^{-1}）。

取 3 个试验值剔除粗大误差（按狄克逊准则，取置信概率为 95%）后的算术平均值，作为该防火涂料的等效热传导系数，精确至小数点后三位。

对于非膨胀型特种钢结构防火涂料，每个试件防火涂料的等效热传导系数采用公式（D.2）进行计算。

$$\lambda_{i(t)}=\frac{d_i}{\dfrac{3.9\times10^{-4}}{\left(\dfrac{T_s-T_{s0}}{t_0}+1.322\right)^2-1.754}\cdot\dfrac{F_i}{V}} \qquad \text{（D.2）}$$

式中：

$\lambda_{i(t)}$——非膨胀型特种钢结构防火涂料的等效热传导系数，单位为瓦每米摄氏度［W/(m·℃)］。

注：其他符号的含义同公式(D.1)。

取3个试验值剔除粗大误差(按狄克逊准则，取置信概率为95%)后的算术平均值，作为该防火涂料的等效热传导系数，精确至小数点后三位。

D.4.2 等效热阻

对于膨胀型普通钢结构防火涂料，每个试件防火涂料的等效热阻采用公式(D.3)进行计算。

$$R_{i(p)}=\frac{5\times10^{-5}}{\left(\frac{T_s-T_{s0}}{t_0}+0.2\right)^2-0.044}\cdot\frac{F_i}{V} \quad \cdots\cdots(D.3)$$

式中：

$R_{i(p)}$——膨胀型普通钢结构防火涂料的等效热阻，单位为平方米摄氏度每瓦［(m^2·℃)/W］。

注：其他符号的含义同公式(D.1)。

取3个试验值剔除粗大误差(按狄克逊准则，取置信概率为95%)后的算术平均值，作为该防火涂料的等效热阻，精确至小数点后三位。

对于膨胀型特种钢结构防火涂料，每个试件防火涂料的等效热阻采用公式(D.4)进行计算。

$$R_{i(t)}=\frac{3.9\times10^{-4}}{\left(\frac{T_s-T_{s0}}{t_0}+1.322\right)^2-1.754}\cdot\frac{F_i}{V} \quad \cdots\cdots(D.4)$$

式中：

$R_{i(t)}$——膨胀型特种钢结构防火涂料的等效热阻，单位为平方米摄氏度每瓦［(m^2·℃)/W］。

注：其他符号的含义同公式(D.1)。

取3个试验值剔除粗大误差(按狄克逊准则，取置信概率为95%)后的算术平均值，作为该防火涂料的等效热阻，精确至小数点后三位。

D.5 试验报告

试验报告至少应包括以下信息：

——试验依据；

——试验室名称和地址；

——报告日期和报告编号；

——委托方、制造商/供应商的名称；

——产品名称、标记；

——涂层厚度；

——试验日期；

——试验结果。

参 考 文 献

[1] GB/T 34682—2017 含有活性稀释剂的涂料中挥发性有机化合物(VOC)含量的测定