



CECS XXX: 20XX

中国工程建设协会标准

钢结构构件防火保护系统耐火性能评估标准

**Assessment standard of fire resistance for fire protection system applied to
structural steel members**

（征求意见稿）

202X 年 X 月

中国工程建设标准化协会标准

中国工程建设协会标准

钢结构构件防火保护系统耐火性能评估标准

Assessment standard of fire resistance for fire protection system applied to structural steel members

CECS XXX: 201X

主编单位：应 急 管 理 部 四 川 消 防 研 究 所
批准单位：中国工程建设标准化协会
施行日期：20××年××月××日

×××

20×× 北 京

前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发（2017 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划）的通知》（建标协字[2017]031 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结国际上钢结构构件防火保护设计的相关经验，广泛征求科研院所、建筑设计院、消防管理部门和防火保护材料生产企业等有关单位和技术专家的意见，编制了本规程。

本规程分为 8 章及 1 个附表，主要内容包括：总则、术语、评估、评估报告、评估结果的应用范围、用于评估的耐火试验方法、试验数据的调整、防火保护系统耐火性能评估的一致性控制方法、“I 型”和“H 型”截面构件之外的其他截面形式的评估、附录和引用标准名录等内容。

本规程由中国工程建设标准化协会防火防爆专业委员会 CECS/TC 14 管理，由应急管理部四川消防研究所（成都市金牛区金科南路 69 号，邮编：610036）负责解释。在使用过程中如需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄送解释单位。

主编单位：应急管理部四川消防研究所

参编单位：XXXX XXX XXX XXX XXX

主要起草人：XXXX XXX XXX XXX XXX

主要审查人：XXXX XXX XXX XXX XXX

目次

1 总则.....	1
2 术语.....	1
3 评估.....	4
4 评估结果的应用范围.....	6
5 用于评估的耐火试验方法.....	7
6 试验数据的调整.....	16
7 防火保护系统耐火性能评估的一致性控制方法.....	19
8 “I 型”和“H 型”截面构件之外的其他截面形式的评估.....	21
附录 A 符号和缩略语表.....	24
引用标准名录.....	25
条文说明.....	26

Contents

1	Scope.....	1
2	Terms	1
3	Assessment.....	4
4	The scope application of the assessment results.....	6
5	Method of fire resistance tests for assessment.....	7
6	Adjustment of test data.....	16
7	Method of concurrency control for fire resistance assessment of fire protection system.....	19
8	Assessment method of member section form other than “I” 和 “H”	21
	Annex A Symbols.....	24
	Directory of normative reference.....	25
	Addition:Explanation of provisions.....	26

1 总 则

1.0.1 本标准适用于使用在钢结构构件上以提高构件耐火性能的防火保护系统耐火性能的评估。本方法对各种有序应用的非膨胀型材料（如无机防火板、非膨胀型防火涂料、无机纤维板（毡）、无机卷材（毡）等）或膨胀型材料（如膨胀型防火涂料、膨胀型防火板、膨胀型柔性卷材（毡）等）形成的防火保护系统均适用。

2 术 语

2.0.1 钢结构构件 steel member

钢结构中由钢材制作的梁、柱、支撑件、受拉件和桁架等构件。

2.0.2 钢结构构件防火保护系统 fire protection system for steel member

使用在钢结构构件上起到防火保护作用以提高钢结构耐火性能的一种材料或几种材料的组合。

2.0.3 非膨胀型防火保护材料 passive fire protection material

受热时外形无明显改变，具有防火保护作用的材料，如非膨胀型防火涂料、无机防火保护板、无机防火卷材等。

2.0.4 膨胀型防火保护材料 reactive fire protection material

受热时会膨胀而改变外形，具有防火保护作用的材料，如膨胀型防火涂料、膨胀型防火保护板或柔性卷材等。

2.0.5 防火保护系统厚度 fire protection thickness

单层防火保护材料的厚度或多层防火保护材料的总厚度。

2.0.6 特征钢温度 characteristic steel temperature

用于计算粘附性修正系数的钢材温度，特征钢材温度可通过公式“ $(\text{平均温度} + \text{最高温度}) / 2$ ”来计算。

2.0.7 包覆截面系数 boxed section factor

沿单位长度钢构件所测得的可能的矩形包围（或称箱型保护）的最小内表面积与对应的钢构件的体积之比。

2.0.8 轮廓截面系数 profiled section factor

沿单位长度钢构件的外表面进行保护（或称外边缘型保护）的防火保护材料内表面积与单位长度的钢构件体积之比。

2.0.9 粘附性 stickability

钢构件在一定的变形范围内，防火保护系统在特定的炉温和钢材温度下能保持附着在构件相应位置并继续提供防火保护作用的能力。

2.0.10 粘附性修正系数 correction factor for stickability

承重试件（或非承重长柱）的特征钢温度与对应的非承重试件的特征钢温度的比值。

2.0.11 隔热性特征曲线 characteristic curve of insulation

根据评估需要，通过测定特定试件隔热性而获得的试件内部温升曲线。

2.0.12 一致性控制方法 method of controlling consistency

已通过评估的防火保护系统，在企业的成品出厂或实际应用过程中控制其隔热性特征曲线与评估时的基本吻合、特定试件的耐火时间与评估时对应试件的耐火时间基本一致的方法，它包括隔热性特征曲线和试件的耐火时间控制。

3 评 估

3.0.1 本方法是以数理统计为基础的多元线性回归分析法,通过分析得到耐火时间与防火保护层厚度、钢构件截面系数、设计钢温度之间的关系。

3.0.2 评估基本方程见式 3.1.1, 式中各符合含义见附录 A:

$$t = a_0 + a_1 \times d_p + a_2 \times \frac{d_p}{\frac{A_m}{V}} + a_3 \times \bar{T}_{m(SC)} + a_4 \times d_p \times \bar{T}_{m(SC)} + a_5 \times d_p \times \frac{\bar{T}_{m(SC)}}{\frac{A_m}{V}} + a_6 \times \frac{\bar{T}_{m(SC)}}{\frac{A_m}{V}} + a_7 \times \frac{1}{\frac{A_m}{V}} \quad (3.1.1)$$

3.0.3 本方法所用的输入数据主要包括: 防火保护材料厚度 (d_p)、非承重短柱的截面系数 (A_m/V) 和短柱修正平均钢温度 ($\bar{T}_{m(SC)}$)。

3.0.4 评估程序详见图 3.0.4。

- 1 按照第5章开展耐火试验;
- 2 按照第6章对耐火试验数据作调整, 得到评估基本方程所需的输入数据;
- 3 采用钢构件内部温度达到从350℃到750℃的一系列试验数据进行回归分析, 设定温度步长为50℃;
- 4 编写评估报告。

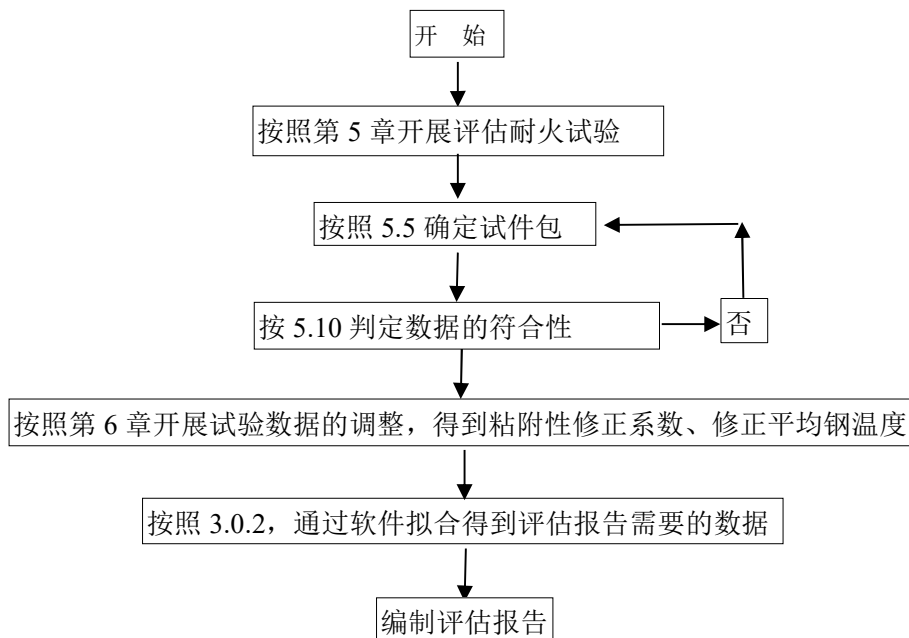


图3.0.4 评估流程图

3.0.5 评估报告除 GB/T 9978.1 要求的内容之外, 还应包括以下信息:

1 评估方名称、地址，开展评估的日期及相同情况下的结果有效期（一般不超过 5 年）；根据本标准规定的试验方法开展试验的试验室名称、地址以及唯一性的试验报告编号、日期；

2 评估的细节；

3 钢温度、截面系数、特征钢温度、校正特征钢温度、非承重短柱的粘附性修正系数、非承重短柱的修正平均钢温度；

4 作出与耐火时间为30min, 60min, 90min, 120min, 150min, 180min, 240min等相对应的一系列表格；每张表格应标明防火保护材料在确保钢构件不超过350℃，400℃，450℃，500℃，600℃，650℃，700℃，750℃及以上（如果需要的话）的设计温度时所要求的最小厚度，钢构件截面系数（ A_m/V 值）的间隔不超过 20m^{-1} ；

5 有关信息的说明，如截面系数的范围（ A_m/V 值）、设计温度、防火保护材料的厚度、耐火时间；

6 由于本标准规定的试验方法采用轻质混凝土，故应有一段当实际工程采用普通混凝土时，对防火保护系统的预计性能的申明。

4 评估结果的应用范围

4.0.1 本标准的评估结果包括防火保护材料厚度 d_p 范围、钢构件截面系数(A_m/V)范围以及构件内部钢温度范围, 如表4.0.1。试验耐火时间为评估结果的最长时间。

表 4.0.1 数据列表举例 (耐火时间 30min 防火保护材料的厚度)

A_m/V m^{-1}	设计温度 $^{\circ}C$								
	350	400	450	500	550	600	650	700	750
	为保证温度低于设计温度的防火保护材料的厚度 mm								
40	...	...	...	...	...	...	...	...	...
60	...	...	...	...	...	...	...	...	...
80	...	...	...	...	...	...	...	...	...
100	...	...	...	...	...	...	...	...	...
120	...	...	...	...	...	...	...	...	...
140	...	...	...	...	...	...	...	...	...
160	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
320									
340									
360									
380									
400									
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

4.0.2 超出试验中被评估的有关变量的结果扩展如下:

- 1 截面系数: $-20\% \sim +20\%$
- 2 防火保护材料厚度: $-10\% \sim +10\%$;
- 3 设计温度: $0\% \sim +10\%$ 。

4.0.3 若需对扩展范围以外的钢构件进行评价, 应对标准试件包中的相应截面系数的试件进行补充, 一起参与试验和评估。直接评估的结果只适用于I型或H型钢构件, 若需对其他截面形状的钢构件进行评估应按照第8章的要求进行。

5 用于评估的耐火试验方法

5.0.1 本方法仅适用于为获得按本标准评估时所需的基础数据而进行的耐火试验。

5.0.2 燃烧炉、加载装置、约束和支承结构、仪器应符合GB/T 9978.1中第5章或GA/T 714中第4章的要求。燃烧炉应采用液体或气体燃料。

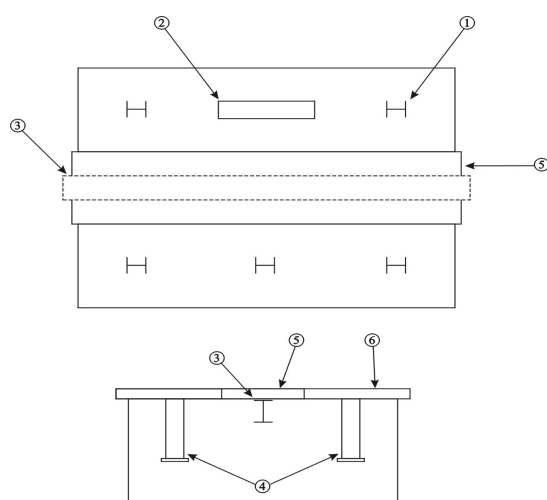
5.1 一般要求

5.1.1 钢结构构件宜为“I”或“H”形截面，所采用的金属材料应是具有 $(200\sim 290)$ N/mm²屈服强度等级的结构钢。防火保护系统应该延伸至超过每根承重梁的受火长度且在支撑点以内50mm，对每根非承重梁则应该延伸至其全长，对每根柱则应该延伸至其整个高度。

5.1.2 当防火保护系统为箱形时，其伸出炉壁的端部空腔应该进行密封处理以阻止超出试件受火段的任何气体流通。

5.1.3 试件实施加载之后，不应再开展任何防火保护系统的施工。

5.1.4 多个试件一起试验时，可参照图5.1.4进行安装。



注：1——非承重短柱；2——非承重梁；3——承重梁；

4——非承重短柱；5——轻质混凝土盖板；6——炉盖板。

图5.1.4 多个试件一起试验安装布置图

5.2 试件尺寸

- 5.2.1 承重梁的尺寸应符合GB/T 9978.6第7.2条的规定。
- 5.2.2 非承重梁应取自和重梁等同截面和材质的钢材，长度为 (1000 ± 50) mm。
- 5.2.3 承重柱最小受火高度为3000mm，用于安装约束试件的非受火高度每端 ≤ 300 mm。
- 5.2.4 非承重长柱和短柱非承重长柱应取自等同截面和材质的钢材，非承重长柱最小受火高度为2000mm，非承重短柱的高度为 (1000 ± 50) mm。当一同进行的试验既包括承重柱也包括非承重长柱和短柱时，其中1个非承重短柱应取自和承重柱或非承重长柱等同截面和材质的钢材。

5.3 保护层厚度的确定

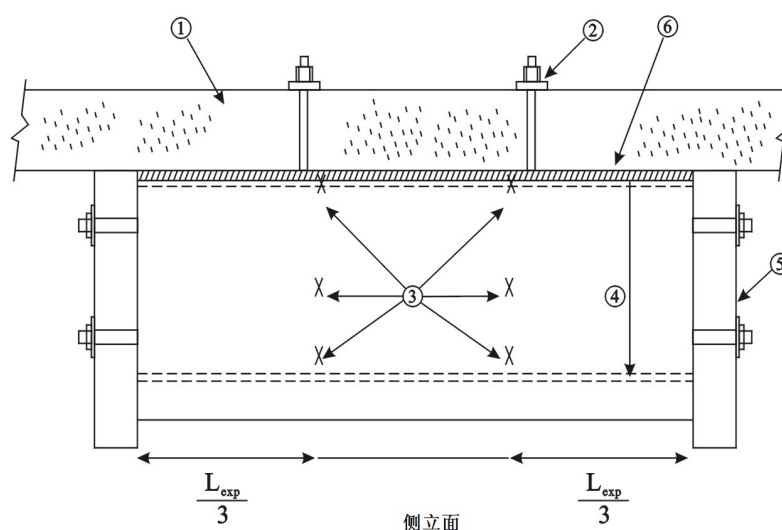
- 5.3.1 保护层厚度测量点应至少包括相邻热电偶中间位置截面和以下截面，每组热电偶周边50mm至100mm范围位置的某一截面；每个截面选取3个测量点：
- 5.3.2 对采用板状和片状非膨胀防火保护材料的试件，所测值的平均值为试件的保护层厚度。防火保护施工前应测量每块防火保护材料的厚度，当实测值超出材料名义厚度的15%时，该块材料不能用于试验。
- 5.3.3 对采用非膨胀型防火涂料的试件，每个测量点的厚度值与所测值的平均值之差不超过平均值的20%，则试件保护层厚度为所有测量值的平均值；若超过平均值的20%，取最大厚度值应作为评估中的防火保护材料厚度值使用。
- 5.3.4 对采用膨胀型防火涂料的试件，所测值的平均值为试件的保护层厚度。当出现测量点的厚度值与平均值之差超过平均值的20%，该试件不能直接用于试验。

5.4 试件安装、约束与加载

- 5.4.1 对承载构件，试验荷载应在试验开始前至少15min加载，并且加载的速率不发生波动，加载速率不大于5kN/min。试验期间荷载值应保持恒定，并且当试件发生变形时，加载系统应能够快速作出响应保持荷载的恒定。

5.4.2 对承重梁，试件的安装、约束与加载条件应符合GB 14907第6.5.5的规定。为保证安全，试验至梁的最大弯曲变形量达 $L_{sup}^2/400h$ 时宜卸载。为增强截面抗剪切和抗扭转的能力，应对承重梁腹板增加加劲肋。具体做法如下：每个加载点和支撑点所在截面用梯形钢板焊接在腹板上，该钢板的厚度至少与钢梁腹板的厚度相等，钢板两端距离翼缘内表面10mm。

5.4.3 对非承重梁，试件的安装、约束见图5.4.3。



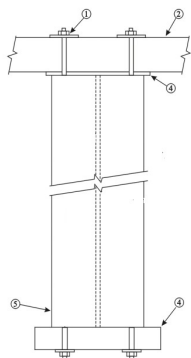
注：1——盖板；2——螺栓/垫板/锁紧装置；3——试件热电偶；
4——非承重梁；5——隔热板；6——可压缩陶瓷纤维隔热板。

图 5.4.3 非承重梁试件安装示意图

5.4.4 对承重柱，试件的安装、约束条件应符合GB/T 9978.7第7.5条的规定。试件的加载条件应符合GB/T 9978.7第6.3条的规定，试件承受轴向荷载，荷载总量对应设计抗压屈服极限的60%。为保证安全，试验至柱的轴向压缩变形量达 $h/100\text{mm}$ 或轴向压缩变形速率达 $3h/1000$ (mm/min)， h 为柱的高度（单位mm）时宜卸载。

5.4.5 对非承重长柱和短柱，试件应采用直径10mm的螺栓（焊接在柱体截面上）固定在轻质混凝土盖板下表面，紧靠拧紧的螺母下面安放一块（ $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 6\text{mm}$ ）的钢片；试件也可直立在底座上或直接放置在炉体底面。在柱体和盖板的接触面之间以及柱体和炉底或底座的接触面之间应放一块厚度为 $(10 \pm 1)\text{mm}$ 、

表观密度为 $(350\pm 50)\text{ kg/m}^3$ 的陶瓷纤维隔热板，该板的尺寸应该大于防火保护的钢柱截面的投影尺寸。试件的安装约束见图5.4.5。



注：1——螺栓/垫板/锁紧装置；2——盖板；4——陶瓷纤维隔热板；5——非承重短柱；

图 5.4.5 非承重柱试件安装示意图

5.5 试件包

5.5.1 按照材料类别分类，试件包的选择逻辑可参照图5.5.1执行，标准的试件包应至少包括防火保护系统的最大厚度和最小厚度的一组子试验。

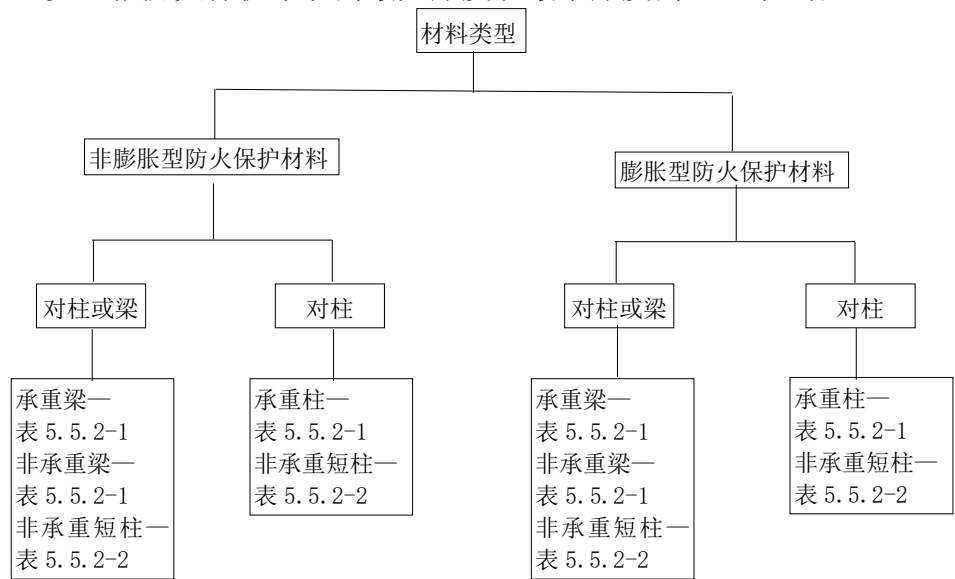


图 5.5.1 试件包选择示意图

5.5.2 为了同时对梁和柱的防火保护系统都作出评估，每根承重梁和柱的防火保护材料的厚度应该和与它对应的非承重梁以及试验时的非承重长柱的防火保护材料厚度相近，其差值不超过10%。典型试件包见表5.5.2-1和表5.5.2-2。

表 5.5.2-1 用于评估的标准试验包

试件形式	数量 个	荷载	截面规格 mm	A_m/V m^{-1}	保护厚度
热轧 H 型钢梁	1	加载	HN 400×200×8×13×16	161	最大值 (d_{max})
	1	加载	HN 400×200×8×13×16	161	最小值 (d_{min})
	1	不加载	HN 400×200×8×13×16	161	最大值 (d_{max})
	1	不加载	HN 400×200×8×13×16	161	最小值 (d_{min})
热轧 H 型钢柱	1	加载	HW 300×300×10×15×20	145	最大值 (d_{max})
	1	加载	HW 300×300×10×15×20	145	最小值 (d_{min})
Q235 普通碳素结构钢板	1	不加载	500×500×15	/	规定值
注1：试验所用的钢构件（参见中国建筑工业出版社《钢结构设计手册》第四版）的 A_m/V 实际值会被用于评估。 注2：在以下情况下可仅对防火保护材料的最大厚度进行试验： 1、防火保护材料最大厚度与最小厚度的比值小于 1.5； 2、防火保护材料只有一个厚度出现。					

表 5.5.2-2 非承重短钢柱试件标准试验包

试件截面尺寸 mm		A_m/V m^{-1}	厚度最小值 (d_{min})	厚度中间值 (d_i)	厚度最大值 (d_{max})	可能厚度
10 个试件——对 3 个以上防火保护厚度时						
热轧 H 型钢柱	HW 414×405×18×28×24	80	√	√		
	HW 400×400×13×21×24	106			√	
	HW 394×398×11×18×24	123	√			
	HW 388×402×15×15×24	129				
	HW 300×300×10×15×20	145	√		√	
	HW 150×150×7×10×13	212	√		√	
	HN 248×124×5×8×13	292		√	√	
	HN 198×99×4.5×7×13	322				
8 个试件——对 2 个防火保护厚度时						
热轧 H 型钢柱	HW 414×405×18×28×24	80	√			
	HW 400×400×13×21×24	106			√	
	HW 394×398×11×18×24	123	√			
	HW 388×402×15×15×24	129				
	HW 300×300×10×15×20	145	√		√	
	HW 150×150×7×10×13	212	√		√	
	HN 248×124×5×8×13	292			√	
	HN 198×99×4.5×7×13	322				
4 个试件——对 1 个防火保护厚度时						
热轧 H 型钢柱	HW 414×405×18×28×24	80				
	HW 400×400×13×21×24	106				√
	HW 394×398×11×18×24	123				
	HW 388×402×15×15×24	129				
	HW 300×300×10×15×20	145				√
	HW 150×150×7×10×13	212				√
	HN 248×124×5×8×13	292				√
	HN 198×99×4.5×7×13	322				
注1：表5.5.1-1的注也适用于表A.2.5.2-2。 注2：√表示一个非承重短柱应试验的防火保护层厚度，被选择截面具有推荐性。						

5.6 仪器使用

5.6.1 炉内温度测量应满足以下要求:

1 用来测量炉内温度的热电偶布置除应符合GB/T 9978.1中8.1.1条的规定,梁试件区域内的热电偶布置应符合GB/T 9978.6中8.1条的规定,柱试件区域内的热电偶布置应符合GB/T 9978.7中8.1条的规定。在承重梁区域内用不少于8支热电偶来控制炉温,在非承重梁区域内用不少于2支热电偶来控制炉温,在非承重柱区域内用不少于2支热电偶来控制炉温,在非承重长柱区域内用不少于3支热电偶来控制炉温,在承重柱区域内用不少于6支热电偶来控制炉温,同类构件相邻区域内热电偶可共用。

2 试验开始时,炉内热电偶的数量(n)应不少于试验方法中规定的最少数量。如果热电偶损坏,炉内剩 $n-1$ 个热电偶时,试验室不需采取任何措施。如果试验时炉内热电偶的数量少于 $n-1$,试验室应更换热电偶,确保至少有 $n-1$ 个热电偶在使用。同一构件测温区域的热电偶不得同时出现故障。

5.6.2 炉内压力测量探头的布置应符合GB/T 9978.1第8.2条的规定。若梁和柱一起试验时,炉内压力测量探头的布置既要符合垂直构件试验炉的要求,又要符合水平构件试验炉的要求,可设置3个压力测量探头,2个置于梁试件底面以下100mm处的水平面,另1个置于距离中性压力面 ± 500 mm范围内。

5.6.3 试件温度测量的是钢构件内部的温度,内部热电偶的设置方式应符合GB/T 9978.1第8.1.4条的规定,宜使用钻孔后镶嵌的方式使热电偶与钢构件相连。对不同列表的构件,热电偶布置如下:

1 承重梁测量钢温度的热电偶设置应符合GB/T 9978.6第8.2条的规定,共12支。测温截面距离加载点和腹板加劲肋至少150mm。

2 非承重梁测量钢温度的热电偶设置在钢梁受火长度的1/3和2/3位置,每个测温截面4只,共8支,如图5.4.3。

3 承重柱测量钢温度的热电偶设置应符合GB/T 9978.7第8.2条的规定,共16支。

4 非承重长柱测量钢温度的热电偶设置应符合GB/T 9978.7第8.2条的规定,共16支。

5 非承重短柱测量钢温度的热电偶钢柱受火长度的1/3和2/3位置，每个测温截面4只，共8支。

5.6.4 用来测量承重梁垂直变形和承重柱轴向变形和压缩变形速率的装置除应符合GB/T 9978.1中第9.4.3条的规定外，测量承重梁垂直变形的装置应符合GB/T 9978.6中8.3条的规定，测量承重柱轴向变形和压缩变形速率的装置应符合GB/T 9978.7中8.3条的规定。

5.7 试验条件

5.7.1 使用5.6.1中规定的热电偶测量和记录试件区域的炉内温度，使用5.6.2中规定的压力测量探头测量和记录炉内压力。采用建筑纤维火灾升温条件，试验炉内的温度和压力应符合GB/T 9978.1第6.1和6.2的规定。采用烃类火灾升温条件，试验炉内温度应符合XF/T 714中5.1.2的相关规定，炉内保持正压。

5.7.2 试验时的加载、约束和边界条件、试验条件偏差均应符合GB/T 9978.1第6章的规定。

5.8 测量和观察

5.8.1 对温度和压力以时间间隔不超过1min测量并记录1次。

5.8.2 耐火试验期间承重梁的垂直变形量、承重柱轴向变形和压缩变形速率的记录时间间隔不超过1min测量记录1次。

5.8.3 试验后观察每个试件的基本特征，记录防火保护系统出现的开裂、缝隙、分层、脱落以及其他类似的现象。

5.8.4 当所有试件的平均温度超过规定的终止温度（其值一般为750℃）时和/或试验时间超过委托方所希望的最大耐火时间时方可结束试验；否则，试验应在满足GB/T 9978.1中9.5规定的1条或多条可以停止试验的理由时结束。

5.9 试验的有效性

5.9.1 当试验装置、试验条件、试件准备、仪器使用、试验程序等条件均在GB/T 9978.1规定的限制条件之内时，试验结果有效。当燃烧炉内温度、炉内压力和试验环节温度等试件受火条件超出了GB/T 9978.1中第6章或GA/T 714第5章的规定的偏差上限时，也可以考虑试验结果的有效性。

5.9.2 由于非人为的客观原因（如材料的热反应和热工特性等因素），而导致炉内温度偏离规定的偏差范围，此时可认为耐火试验有效，但需要按照XF/T 714第9章的规定对试验时间进行修正。

5.10 温度结果的可接受性

5.10.1 为保证承重梁试验结果的有效性，单个试件的测定结果，需满足：

- 1 系列1——在位于上翼缘的3支热电偶中，至少2支的结果应该一致；
- 2 系列2——在位于腹板的3支热电偶中，至少2支的结果应该一致；
- 3 系列3——在位于下翼缘的6支热电偶中，至少4支的结果应该一致。

5.10.2 为保证非承重梁试验结果的有效性，单个试件的测定结果，需满足：

- 1 系列1——在位于上翼缘的2支热电偶中，2支的结果应该一致。
- 2 系列2——在位于腹板的2支热电偶中，2支的结果应该一致。
- 3 系列3——在位于下翼缘的4支热电偶中，至少2支的结果应该一致。

5.10.3 为保证承重柱和非承重长柱试验结果的有效性，单个试件的测定结果，需满足：系列1——16支热电偶中至少10支的结果应该一致，在每个测温截面至少2支的结果应该一致。

5.10.4 为保证非承重短柱试验结果的有效性，单个试件的测定结果，需满足：系列1——8支热电偶中至少5支的结果应该一致。

5.10.5 为保证非承重短柱组试验结果的可靠性，满足试验结果有限要求的试件最小数量如下：

- 1 当要求对10个非承重短柱试件进行试验时，至少9个；
- 2 当要求对8个非承重短柱试件进行试验时，至少7个；

3 当要求对4个非承重短柱试件进行试验时，至少4个。

5.10.6 在以上的条款中，把所有试件的热电偶归类为不同的热电偶系列，对每个热电偶系列：当任何1支热电偶的温度偏差均在该系列所有热电偶的温度平均值的5%范围内时，可以认为是“一致”。例如5.10.1规定的承重梁中的系列1，在3支热电偶中，至少2支热电偶的温度必须互相充分接近，且任何1支的温度偏差不得超过这2支的温度平均值的 $\pm 5\%$ 。

5.11 试验报告

5.11.1 耐火试验报告中的数据应包括以下内容：

- 1 对于每个试件，其实测尺寸和防火保护材料的厚度。
- 2 所有炉温测量点的最大实测值、最小实测值及其平均值与标准规定值作比较的曲线图。
- 3 试件上所有热电偶的单点实测值及其平均值。
- 4 承重梁的变形测量值，以曲线图表达。
- 5 承重柱的变形测量值，以曲线图表达。
- 6 试验结束后每个试件的试验现象观察

5.11.2 耐火试验报告中对试件的描述应包括以下内容：

- 1 陈述“本报告提供了试件构造细节、试验条件和所得结果。试验结果根据特定的防火保护系统按照标准规定的试验程序获得”。
- 2 对防火保护材料的一般描述、防火保护系统的安装细节和钢构件的表面处理；
- 3 对每个试件的细节描述，包括装配和制备；
- 4 用来确定试验荷载的必要的计算过程；
- 5 用来确定试验荷载的计算细节；
- 6 对每个试件的加载量和卸载时间；
- 7 试验结束时间和原因。

6 试验数据的调整

6.0.1 试件按照第5章的内容开展耐火试验,通过试验数据计算出每个试件与时间相对应的特征钢温度 T ,特征钢温度为最大温度和平均温度的平均值。

6.0.2 校正特征钢温度 T_c 的计算方法如下:

1 与承重梁对应的非承重梁的校正特征钢温度计算入式6.0.2-1

$$T_{c(UB)} = 140 + (T_{UB} - 140) \times \left(\frac{d_{UB}}{d_{LB}} \right)^{0.77} \quad (6.0.2-1)$$

2 与承重柱对应的非承重短柱的校正特征钢温度计算入式6.0.2-2

$$T_{c(SC)} = 140 + (T_{SC} - 140) \times \left(\frac{d_{SC}}{d_{LC}} \right)^{0.77} \quad (6.0.2-2)$$

3 与非承重长柱对应的非承重短柱的校正特征钢温度计算入式6.0.2-3

$$T_{c(SC)} = 140 + (T_{SC} - 140) \times \left(\frac{d_{SC}}{d_{TC}} \right)^{0.77} \quad (6.0.2-3)$$

6.0.3 粘附性修正系数 $k_d(T)$ 的计按照评估方程开展评估前,若所有的温度结果按照5.10评价被认为是可以接受的,方可用于计算粘附性修正系数。以一定的温度间隔进行计算,若计算出的修正系数小于1,则取修正系数为1。

6.0.4 非膨胀性防火保护材料的粘附性修正系数计算步骤如下:

1 对每根承重梁,计算防火保护材料在某一试验厚度下每个温度间隔的修正系数应按式6.0.4-1

$$k_d(T) = \frac{T_{LB}}{T_{c(UB)}} \quad (6.0.4-1)$$

2 对每根承重柱,计算防火保护材料在某一试验厚度下每个温度间隔的修正系数应按式6.0.4-2

$$k_d(T) = \frac{T_{LC}}{T_{c(SC)}} \quad (6.0.4-2)$$

3 假设非膨胀型防火保护材料的粘附性修正系数随厚度线性变化,当已知最大和最小厚度下的粘附性修正系数,可以通过线性插值的方法计算任意厚度下的粘附性修正系数,流程图如图6.0.4,按式6.0.4-3

$$k_d(T) = \frac{k_{dmax}(T) - k_{dmin}(T)}{d_{max} - d_{min}} \times (d_i - d_{min}) + k_{dmin}(T) \quad (6.0.4-3)$$

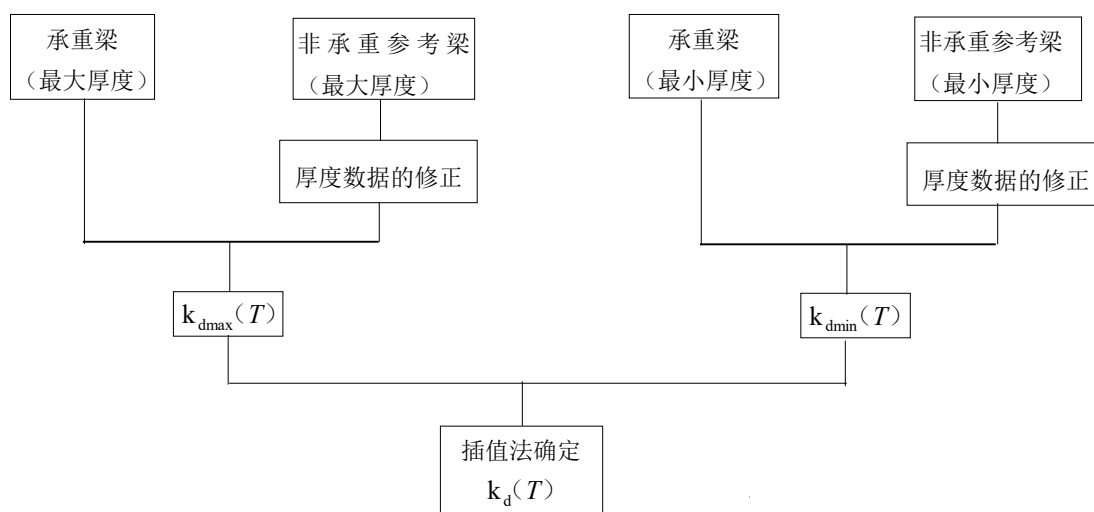


图 6.0.4 粘附性修正系数计算流程图（非膨胀型）

6.0.5 膨胀性防火保护材料的粘附性修正系数计算步骤如下：

1 对每根承重梁，计算防火保护材料在某一试验厚度下每个温度间隔的修正系数应按式6.0.5-1

$$k_d(T) = \frac{T_{LB}}{T_{C(UB)}} \quad (6.0.5-1)$$

2 对每根非承重长柱，计算防火保护材料在某一试验厚度下每个温度间隔的修正系数应按式6.0.5-2

$$k_d(T) = \frac{T_{TC}}{T_{C(SC)}} \quad (6.0.5-2)$$

3 假设膨胀型防火保护材料的粘附性修正系数随厚度线性变化，当已知最大和最小厚度下的粘附性修正系数，可以通过线性插值的方法计算任意厚度下的粘附性修正系数，流程图如图6.0.5，按式6.0.5-3

$$k_d(T) = \frac{k_{dmax}(T) - k_{dmin}(T)}{d_{max} - d_{min}} \times (d_i - d_{min}) + k_{dmin}(T) \quad (6.0.5-3)$$

4 当按承重梁和非承重长柱分别计算得到粘附性修正系数不同时，将其中的较大值作为该膨胀性防火保护材料的粘附性修正系数。计算流程如图6.0.5

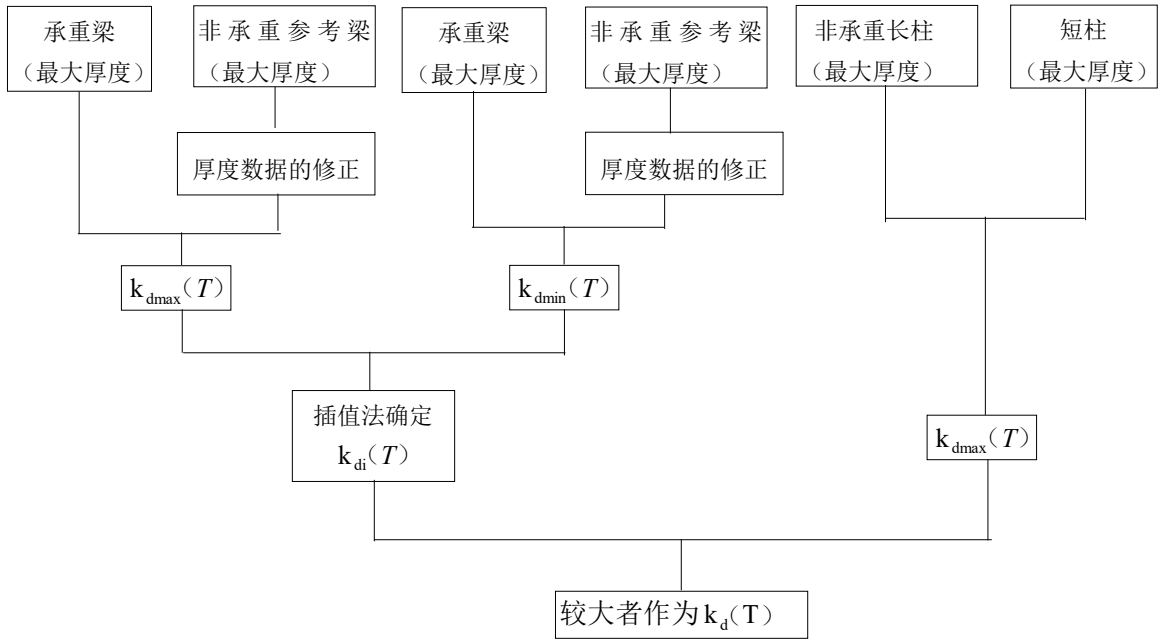


图 6.0.5 粘附性修正系数计算流程示意图（膨胀型）

6.0.6 非承重短柱的修正平均钢温度 $\bar{T}_{m(SC)}$ 为相应的修正系数乘以非承重短柱平均钢温度的乘积作为非承重短柱的修正平均钢温度。

$$\bar{T}_{m(SC)} = k_d(T) \times \bar{T}_{(SC)} \quad (6.0.6)$$

6.0.7 计算示例

已知条件，某非膨胀防火保护材料保护的钢构件，

承重梁： $T_{LB} = 630^\circ\text{C}$ ，平均厚度 $d_{LB} = 60\text{mm}$

非承重梁： $T_{UB} = 600^\circ\text{C}$ ，平均厚度 $d_{LB} = 61.1\text{mm}$

步骤1：非承重梁的校正特征钢温度

$$T_{c(UB)} = 140 + (T_{UB} - 140) \times \left(\frac{d_{UB}}{d_{LB}} \right)^{0.77}$$

$$T_{c(UB)} = 140 + (600 - 140) \times \left(\frac{61.1}{60} \right)^{0.77}$$

$$T_{c(UB)} = 606.48^\circ\text{C}$$

步骤2：计算非承重梁的修正系数

$$k_d(T) = \frac{T_{LB}}{T_{c(UB)}}$$

$$k_d(T) = \frac{630}{606.48}$$

$$k_d(T) = 1.04$$

7 防火保护系统耐火性能评估的一致性控制方法

7.0.1 本方法仅适用于按照本标准规定的方法进行耐火性能评估的系统在评估前后的一致性控制。按本标准规定的方法进行耐火性能评估后，为了评价防火保护系统的防火保护效果的稳定性，对防火保护系统所做的质量跟踪评价。

7.0.2 在相同条件下，跟踪试验时防火保护系统的隔热性特征曲线下的面积不小于评估时面积的85%，防火保护系统的耐火时间不低于评估时的85%，则认为跟踪测试的防火保护系统与评估时的防火保护系统一致。

7.0.3 可采用标准的评估用组合试验炉，也可采用符合受火条件的小型模拟试验炉。

7.1 试件要求

7.1.1 采用Q235钢板作为隔热性试验试件基材，外形尺寸为 500mm × 500mm × 15mm，受火尺寸为450mm×450mm。在其指定受火一面按评估耐火试验时的施工工艺覆盖防火保护系统，经养护形成试件，试件数量为2个（包含1个备样）。在对角线的1/3和2/3处测量保护层厚度，平均后的作为试件保护层厚度。

7.1.2 从表5.5.1-2规定的试件包中任意选择1个规格的非承重短柱或梁作为A耐火时间试验的试件基材，在其指定受火表面覆盖保护系统，经养护形成试件，试件数量为2个（包含1个备样）。当保护系统为膨胀型时，应增加非承重长柱试件；保护层的厚度、构造和施工工艺与评估报告相同。

7.2 试验条件

7.2.1 对试件温度，隔热性试件试件制作时应在基材背火面均匀布置5支热电偶，用以测定试件内部温度，感温端位于基材厚度的一半位置，试件受火面积不小于450mm×450mm；对于耐火时间试件，试件制作时应在基材相应部位布置热电偶，用以测定试件内部温度，热电偶位置和数量以及试件受火条件与5.6.3的相应规定一致。

7.2.2 对炉内温度，对于隔热性试件，炉内温度测量点不应少于4个，在离试件受火面以下100mm的水平面内均匀布置，试件表面和热电偶感温端不应受火焰的

直接冲击；对于耐火时间试件，炉内温度测量点位置和数量与5.6.1的相应规定一致。

7.3 试验程序

7.3.1 对隔热性试件，试件安装就位后进行试验，试验至规定时间（相关产品标准规定的时间，若无产品标准则是由委托方确定的时间）时结束，记录试件内部温度并形成曲线；安装时应将试件四周进行可靠封闭，以保证边界及约束条件不会影响试验结果。

7.3.2 对耐火时间试件，试件安装就位后进行试验，试验至试件内部温度达到临界温度（如平均温度538℃，单点最高温度649℃）时结束，记录试件内部温度并形成曲线。

7.4 判定条件

7.4.1 对隔热性试件，在规定时间内，跟踪试验时防火保护系统的隔热性特征曲线下的面积不大于评估时面积的85%，视为隔热性特征曲线符合要求。

7.4.2 对耐火时间试件，在规定时间内，跟踪试验时防火保护系统的耐火时间不低于评估时的85%，视为耐火时间符合要求。

7.5 结 论

7.5.1 当7.02规定的要求均得到满足时，视为防火保护系统的一致性得到控制。

7.5.2 满足7.4章判定条件的防火保护系统，可认为其评估报告继续有效。

8 “I 型”和“H 型”截面构件之外的其他截面形式的评估

8.0.1 本章提供的是防火保护系统应用于其他截面形状构件的有关规定（在施工工艺无差异时且不影响保护材料物理性能的情况下）。以中空结构截面（以下简称 HS 型截面）为主，按以下规定应用评估结果。

8.0.2 当评估是针对保护系统应用于“I 型”和“H 型”截面、HS 型之外的其他截面形式时可参照执行。

8.1 非膨胀型防火保护系统

8.1.1 “I 型”或“H 型”截面的非膨胀型防火保护系统的厚度与截面系数及耐火时间之间的相关性，对于 HS 截面[如：矩形（RHS 型）、正方形（SHS 型）和圆形（CHS 型）截面]受压和受拉构件而言具有一致性，由本标准得出的评估结果同样适用于 HS 截面三面或四面受非膨胀型防火保护系统保护的梁和柱。

8.1.2 对箱型非膨胀型防火保护系统，厚度不要求作改变。HS 型截面构件的防火保护层厚度与具有相同截面系数 A_p/V 值的“I 型”和“H 型”的截面采用箱型保护时的保护层厚度相等。

8.1.3 对一个不规则形状的非膨胀型防火保护系统，要求根据 HS 构件的截面系数值按照下列步骤对厚度进行校正。

1 确定 HS 型构件截面截面系数 A_p/V ；

2 由“I 型”和“H 型”截面构件试验数据得出截面系数为以上确定值时对应的非膨胀型防火保护系统的厚度 d_p ；

3 当 $A_p/V \leq 250\text{m}^{-1}$ 时，修正厚度 d_s 按照式 8.1.3-1 修正；

$$d_s = d_p \times (1 + A_p/V) \quad (8.1.3-1)$$

4 当 $A_p/V > 250\text{m}^{-1}$ 时，修正厚度 d_s 按照式 8.1.3-2 修正；

$$d_s = 1.25 \times d_p \quad (8.1.3-2)$$

8.1.4 HS 型截面的非膨胀型防火保护系统的最大修正厚度应受到由“I 型”和

“H 型”的截面构件所评估得出的防火保护系统的最大厚度的制约。否则，应由试验数据验证。

8.2 膨胀型防火保护系统

8.2.1 “I 型”和“H 型”截面构件的膨胀型防火保护系统的性能比没有凹角的结构构件(如方形或圆形构件以及角形构件)的防火保护系统的性能更可靠稳定。因此，其他构件不能直接应用由“I 型”和“H 型”截面构件得到的数据。对于受膨胀型防火保护系统保护的其它截面形式的结构构件（主要是 SHS 型或 CHS 型）可以采用下列步骤进行评估数据的校正。

1 为了将“I 型”和“H 型”截面的评估结果应用到 SHS 型构件，要对应用在未加载的 SHS 型的长钢柱上的膨胀型防火保护系统的最大厚度和最小厚度都进行试验。其标准尺寸通常为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 7.1\text{mm}$ ，其 A_p/V 为 147m^{-1} ，最小长度 2000mm 。

2 为了将“I 型”和“H 型”截面的评估结果应用到 CHS 型构件，要对应用在未加载的 CHS 型的长钢柱上的膨胀型防火保护系统的最大厚度和最小厚度进行试验。其标准尺寸通常为：直径 76.1mm 、壁厚 5mm ，其 A_p/V 为 214m^{-1} ，最小长度 2000mm 。

3 为了在 SHS 型或 CHS 型构件上使用膨胀型防火保护系统，SHS 型或 CHS 型柱的温度数据应用来修正由未加载的“I 型”和“H 型”截面短柱得出的温度数据。

8.2.2 由 8.2.1.3 推导出的修正系数的最大值不应大于 1.5，否则“I 型”和“H 型”截面构件数据的修正值就不能采用，应针对 SHS 型和/或 CHS 型截面实施专门的试验程序。HS 型构件的膨胀型防火保护系统的最大修正厚度应受到由“I 型”和“H 型”的截面所评估得出的防火保护系统的最大厚度的制约。否则，应由试验数据验证。

附录 A 符号和缩略语表

附录表A.1 符号和缩略语表

序号	符号	单位	代表的含义
1	t	minutes	受火时间
2	A_m/V	m^{-1}	无保护钢构件的截面系数
3	A_m	m^2/m	无保护钢构件单位长度的外表面面积
4	V	m^3/m	钢构件单位长度对应的体积
5	A_p	m^2/m	包围钢构件的防火保护材料单位长度的内表面面积
6	V_p	m^3/m	包围钢构件的防火保护材料单位长度的体积
7	h	mm	钢构件的截面高度
8	b	mm	钢构件的翼缘宽度
9	t_w	mm	钢构件的腹板厚度
10	t_f	mm	钢构件的翼缘厚度
11	L_{exp}	mm	承重梁试件受火段长度
12	L_{sup}	mm	承重梁试件两支撑点中心之间的距离
13	L_{spec}	mm	承重梁试件的长度
14	d	mm	防火保护层厚度
15	A_p/V	m^{-1}	采用防火保护材料隔热的钢构件的截面系数（保护截面系数）
16	d_{UB}	mm	非承重梁的防火保护材料厚度
17	d_{LB}	mm	承重梁的防火保护材料厚度
18	d_{SC}	mm	非承重短柱的防火保护材料厚度
19	d_{TC}	mm	非承重长柱的防火保护材料厚度
20	d_{LC}	mm	承重柱的防火保护材料厚度
21	d_p	mm	防火保护材料的规定厚度
22	$d_{(max)}$	mm	被试验防火保护材料的最大厚度
23	$d_{(min)}$	mm	被试验防火保护材料的最小厚度
24	d_i	mm	当检验厚度有三个时防火保护材料的厚度中间值
25	T	°C	用来确定粘附性修正系数的钢构件最大温度和平均温度的平均值[(最大值+平均值)/2]（特征钢温度）
26	T_{SC}	°C	非承重短柱的特征钢温度
27	T_{LB}	°C	承重梁的特征钢温度
28	T_{UB}	°C	非承重梁的特征钢温度
29	T_{LC}	°C	承重柱的特征钢温度
30	T_{TC}	°C	非承重长柱的特征钢温度
31	$\bar{T}_{sc}$	°C	非承重短柱的平均钢温度
32	下标 c		有下标 c 表示的变量是被校正的
33	T_c	°C	用于校正相同的加载和未加载的试件间的差异的钢构件温度（校正特征钢温

			度)
34	$T_{C(UB)}$	°C	非承重梁的校正特征钢温度
35	$T_{C(SC)}$	°C	非承重短柱的校正特征钢温度
36	T_t	°C	炉子在 t 时刻的平均温度
37	T_D	°C	用来满足结构设计所需的耐火时间要求的结构构件的温度限值 (设计温度)
38	$\bar{T}$	°C	某个试件符合附录 A. 7 规则要求的所有测温点温度值之和除以测温点数所得的平均值 (平均钢温度)
39	T_{max}	°C	钢温度的最大值
40	下标 m	°C	有下标 m 的变量是被修正的
41	$\bar{T}_m$	°C	因粘附性而修正的钢构件温度 (修正平均钢温度)
42	$\bar{T}_{m, t}$	°C	在 t 时刻的修正平均钢构件温度
43	$\bar{T}_{m(SC)}$	°C	非承重柱 (短柱) 的修正平均钢温度
44	k_d		粘附性修正系数
45	$k_d(T)$		根据承重试件与对应的非承重试件温度差异而得到的粘附性修正系数
47	$k_d(T_{LB})$		与承重梁试件有关的粘附性修正系数
48	$k_d(T_{TC})$		与非承重长柱试件有关的粘附性修正系数
49	$k_{dmax}(T)$		防火保护材料在最厚时 (d_{max}) 的粘附性修正系数
50	$k_{dmin}(T)$		防火保护材料在最薄时 (d_{min}) 的粘附性修正系数
51	t_D	minutes	到达设计温度 T_D 的时间
52	t_{max}	minutes	钢材温度到达最大值 (T_{max}) 的时间
53	$a_0 a_1 a_2 a_3$ $a_4 a_5 a_6 a_7$		采用多元线性数据回归分析法而得到的常数

引用标准名录

- 《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》 GB/T 9978.1
- 《建筑构件耐火试验方法 第6部分：梁的特殊要求》 GB/T 9978.6
- 《建筑构件耐火试验方法 第6部分：柱的特殊要求》 GB/T 9978.7
- 《钢结构防火涂料》 GB 14907
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016-2014
- 《件用防火保护材料快速升温耐火试验方法》 XF/T 714

中国工程建设标准化协会标准

钢结构构件防火保护系统耐火性能评 估标准

T/CECS XXX-20XX

条文说明

制定说明

《钢结构构件防火保护系统耐火性能评估标准》CECS×××-202×，经中国工程建设标准化协会××年××月××日以第××号公告批注发布。

本规程编制过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了国内目前区域火灾风险评估项目的实践经验，同时参考了国内外先进技术标准。

为便于扩大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《钢结构构件防火保护系统耐火性能评估标准》编制组按章、节、条顺序编制了本规程中的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目次

1 总则.....	29
3 评估.....	30
4 评估结果的应用范围.....	31
5 用于评估的耐火试验方法.....	32
6 试验数据的调整.....	34
7 防火保护系统耐火性能评估的一致性控制方法.....	35
8 “I 型”和“H 型”截面构件之外的其他截面形式的评估.....	36
附录 A 符号和缩略语表.....	37

1 总 则

1.0.1 本条规定本标准的应用范围。本标准适用于评估钢结构构件的防火保护系统的耐火性能,对有序应用的非膨胀型材料和膨胀型材料所形成的防火保护系统均适用。常见的非膨胀型防火保护材料有无机防火板、非膨胀型防火涂料、无机纤维板(毡)、无机卷材(毡)等,常见的膨胀型防火保护材料有膨胀型防火涂料、膨胀型防火板、膨胀型柔性卷材(毡)等。

3 评 估

3.0.1 本标准所采用的评估理论为多元线性回归分析法，本方法参考了 BS EN 13381-4:2013《测定结构构件耐火性能的试验方法——第 4 部分：非膨胀性材料对钢结构的保护》、BS EN13381-8:2013《钢结构构件用防火保护系统耐火性能评估方法——第 8 部分：膨胀性材料对钢结构的保护》、ISO 834-11:2014《建筑构件耐火试验方法——第 11 部分：评估防火防护材料对钢结构防火性能贡献的方法》。多元线性回归完全建立在统计学和概率论的基础上，以具有代表性的少量试验，回归拟合，获取其它工况下的数据，适用于各类防火保护系统。

3.0.2 总结大量的梁、柱构件耐火试验规律，构件的耐火极限与防火材料保护层厚度、构件的截面系数、构件在高温下的钢温度有较大的关系。把以上 3 个参数，用线性函数拟合，形成了本线性回归方程，该方法为欧洲现行的钢结构防火保护设计的方法。

3.0.3 防火保护材料厚度、非承重短柱的截面系数、短柱修正平均钢温度是多元线性回归方程的三个输入，短柱修正平均钢温度可以通过试验数据计算得出。

3.0.4 本条描述了评估全过程的步骤。第一步按照第 5 章规定的方法，获取试验数据；第二步按照第 6 章规定的方法，得到短柱修正平均钢温度，作为评估输入；第三步按照 3.0.2 所述的多元线性回归方程，对钢构件内部温从 350℃到 750℃的一系列试验数据进行回归分析，设定温度步长为 50℃；第四步，拟合得到评估报告所需要的数据，第五步编写评估报告。该多元线性回归方程含有多个未知变量，编制多元线性回归拟合软件，可以有效的求解方程，得到所需要的数据。

3.0.5 钢结构构件防火保护评估报告是防火保护系统的使用说明书，应便于设计、施工、验收人员使用，在评估报告中需详尽翻译评估试验的相关情况。

4 评估结果的应用范围

4.0.1 评估报告中的结论，以表格的形式，反映一组特定的耐火时间下，设计钢温度与截面系数、防火保护层厚度之间的关系。从评估报告中，可较为便利的设计防火保护方案。

4.0.2 虽然在选择构件基材时，希望选择尽可能有代表性的构件，对更大的防火保护层厚度范围开展测试，但数据仍然是有限的。本条给出了一些允许的结果扩展应用范围。

4.0.3 本条给出了其他几种有可能遇到的构件截面形式的处理方法，可以按照本标准第 8 章的内容，使用评估报告。

5 用于评估的耐火试验方法

5.0.1~5.0.2 本部分内容主要源于 ISO 834-10:2014《建筑构件耐火试验方法——第10部分：测试防火防护材料对钢结构防火性能贡献的方法》，并结合我国现行的 GB/T 9978 系列标准，制定了评估耐火试验的方法。

5.1.1~5.1.4 防火保护系统应尽可能地覆盖整根构件，是构件的端部等部位，应做到密封，防止温度从端部传递，影响试验结果的准确性。支点两侧的非受火长度应在满足安装要求的前提下尽可能短，可以采用陶瓷纤维隔热板等防火隔热材料保护试件端部。多个构件在一个试验炉内开展试验，试验炉尺寸应足够大。

5.2.1~5.2.4 不同种类试验基材的力学性能指标应尽可能保持一致。为了粘附性修正系数计算的准确性，非承重梁应取自和承重梁等同截面和材质的钢材，非承重短柱应取自和非承重长柱等同截面和材质的钢材。当一同进行的试验既包括承重柱也包括非承重长柱和短柱时，其中1个非承重短柱应取自和承重柱或非承重长柱等同截面和材质的钢材。

5.3.1 试验时，应重点关注热电偶附近的保护层厚度，所以应在热电偶周边50mm至100mm位置测量厚度。在每个测量厚度的截面上，选取3个测量点，3个测量点应位于不同的位置，例如腹板两侧和下翼缘，测量点应尽可能具备代表性。

5.3.2~5.3.4 对于使用板状或者片状非膨胀作为防火保护材料时，在施工结束后不便于测量防护层厚度，应在施工前测量防火保护层厚度。使用膨胀类和非膨胀类涂料作为防火保护材料时，应在施工阶段加强对厚度的监控，厚度应尽可能均匀。

5.4.1~5.4.4 开展承重梁和承重柱耐火试验，应特别注意试验全过程的安全。耐火试验前15min完成试验加载，试件会出现初始变形，达到力学平衡状态。本标准对试件加载和约束的要求与GB/T 9978系列标准一致。

5.4.2~5.4.5 用于试验的试件的长度是有限的，为了模拟试件无限长，所以应对试件的端部做好防火保护，本部分给出了一种建议的端部防火保护处理措施。对于梁试验，应在梁与轻质混凝土盖板之间铺一层厚度为50mm，密度不低于100kg/m³的硅酸铝纤维棉。

5.5.1~5.5.2 试件包中的试件截面，选自于钢结构设计手册。试件包的选择原则，尽可能覆盖更大的截面系数范围和更大的厚度变化范围。用于评估的试件数量越多，得到的评估结果更加准确，但试验数量过大时，需要较高的经济代价。试件包中给出的试件，是最少的试件数量。

5.6.1~5.6.2 耐火试验炉所用的温度和压力传感器与GB/T 9978.1的要求一致，在布置炉内热电偶时，热电偶的感温端应位于试件100mm范围内，每个试件不少于2只热电偶。压力传感器可以设置3个，梁试件底面100mm范围内2个，另外一个设置在中性压力面±500mm范围内。

5.6.3 钢材表面温度和钢材内部温度可能存在细小的区别，钢温度指的是钢材内部温度，在布置热电偶时，应通过钻孔的方式

5.7.1~5.7.2 耐火试验可供选择的温升曲线既包括纤维类火灾温升曲线，也包括XF 714中的其他快速温升曲线。试验过程中的温度和压力控制要求与GB/T 9978和XF 714的要求一致。

5.8.1~5.8.4 耐火试验过程中，应密切关注现场现象，尤其是加载的梁试验和柱试验。试验过程中，对于温度或者承载能力达到极限的梁或柱达到极限时，应先卸载该试件的荷载，然后在确保设备和人员安全下继续试验。

5.9.1~5.9.2 耐火试验过程中的温度、压力和荷载值应符合本标准的要求，但是若出现超出规定的偏差上限时，也可以考虑试验结果的有效性。

5.10.1~5.10.6 温度一致的概念是任何1支热电偶的温度偏差均在该系列所有热电偶的温度平均值的5%范围内。试验过程中，同系列中温度数据约接近，评估的结果越准确。

5.11.1~5.11.2 耐火试验报告的内容应详细描述试件，以及试验过程中的温度数据。

6 试验数据的调整

6.11.1~6.11.2 本部分内容来源于来源于《建筑构件耐火试验方法——第11部分：评估防火防护材料对钢结构防火性能贡献的方法》ISO 834-11:2014，分膨胀性防火保护材料和非膨胀性防火保护材料，详细说明了粘附性修正系数的计算过程。举例说明相同的加载梁和未加载梁的差异计算并入其中，以便明确有关计算细节。

7 防火保护系统耐火性能评估的一致性控制方法

7.0.1~7.0.3 本部分提供了一种可用于产品自检、产品一致性控制、工程验收的便捷方法。此方法是国外评估和认证机构通行的质量性能跟踪方法。一致性控制可分为隔热性和耐火时间两个方面。隔热性特征曲线的面积指的是隔热性特征曲线与时间坐标轴所围的面积。

7.5.1~7.5.2 防火保护系统视为一致,表示进行开展测试的防火保护系统(材料、构造)与之前评估报告时系统的防火保护效果接近。

8 “I 型”和“H 型”截面构件之外的其他截面形式的评估

8.0.1~8.0.2 除“I 型”和“H 型”截面之外，常见的构件截面形式还有 L 型、T 型、矩形和形等中空截面（HS 截面）。标准中用于评估的试件包中的试件类别为 H 型，为了确保在防火保护系统在“I 型”和“H 型”的截面上安全使用，应按照本部分内容进行调整或增加补充试验。

8.1.1~8.1.4 本部分介绍了非膨胀防火保护材料应用在“I 型”和“H 型”之外的截面上的方法。

8.2.1~8.2.1 本部分介绍了膨胀防火保护材料应用在“I 型”和“H 型”之外的截面上的方法。膨胀类材料在异形凹角位置，防火效果具有较大的不可确定性。

附录 A 符号和缩略语表

附录表 A.1 本标准正文中出现了大量的符号和缩略语，为简化标准内容，在附录表 A.1 中集中说明。