

DB

新疆维吾尔自治区工程建设标准

P

DB65/T 8XXX-2023
J00000—2023

钢结构防火涂料应用技术规程

Technical code for application of fire resistive coating
for steel structure

(征求意见稿)

2023-00-00 发布

2023-00-00 实施

新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅 发布
新疆维吾尔自治区市场监督管理局

新疆维吾尔自治区工程建设标准

钢结构防火涂料应用技术规程

Technical code for application of fire resistive coating
for steel structure

DB65/T 8XXX-2023

主编部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

批准部门：新疆维吾尔自治区住房和城乡建设厅

实施日期：2023 年 00 月 00 日

中国建材工业出版社

2023 乌鲁木齐

前 言

为规范钢结构防火涂料应用的技术要求，预防和减少建筑火灾危害，保障人身和财产安全、使建筑防火做到安全适用、技术先进、经济合理，依据有关法律、法规、标准，编制《钢结构防火涂料应用技术规程》。

在编制过程中，编制组进行了广泛调查、研究、论证，并以多种形式征求各地、州、市建设行政主管部门、行业协会、设计、施工等单位的意见和建议，同时参考了国家、其他省市相关规范、标准和规程等，在系统梳理、归纳、整理的基础上，总结了近年来国家、自治区钢结构构件防火涂料设计、施工、验收方面的实践经验和研究成果，借鉴了其他省市的经验、做法，充分考虑了我区钢结构构件防火涂料涂装的实际情况，突出了设计、施工、验收中的基本要求和重点。在听取各方面意见、建议后，反复讨论、修改，最终形成本规程。

本规程由自治区住房和城乡建设厅负责管理，新疆大学负责具体技术内容解释，执行过程中如有意见、建议，请寄送至：新疆大学建筑工程学院（地址：乌鲁木齐市水磨沟区华瑞街 777 号新疆大学博达校区，邮政编码：830017，联系电话：13369674030，**邮箱**：540807477@qq.com），以便今后修订时参考。

本次修订的主要技术内容有：

1. 增加了耐火性能分级；
2. 增加了钢结构防火涂料的型号编制方法；
3. 增加了目前钢结构防腐底漆常用的品种及适用范围；
4. 增加了室内、外钢结构防火涂料的理化性能要求；
5. 增加了钢结构防火涂料耐火性能要求；
6. 对防火涂料进场质量检测活动的监督管理规定要求进行更新；

7. 增加了防火涂料涂装施工方法的详细说明;
8. 增加了防火保护层厚度设计;
9. 增加了耐火性能试验;
10. 增加了进出场检验规则。

本规程主编单位：新疆大学

本规程参编单位：新疆建筑设计研究院有限公司
应急管理部四川消防研究所
新疆建设工程消防协会
中建新疆建工（集团）有限公司
光正钢结构股份有限公司
新疆交通建设集团股份有限公司

本规程主要起草人：李志杰 刘庆华 杨 栋 党开荣
张秉浩 张 琥 屈 哲 张 麓
陈向东 韩雪芹 赵 康 靳永利
庄海昌 罗腾博 蒋望玉 张 曦
陈 龙 田 浩 施 军 吴建明
刘潇睿 燕 辉 孙丽涛 王雨生

本规程主要审查人：钮祥军 陈革新 吴晓燕 张 莉
潘登耀 翟新铭 李忠研

目 次

1 总则	1
2 术语和符号	2
2.1 术语	2
2.2 符号	2
3 分类、耐火性能分级和型号	5
3.1 分类	5
3.2 耐火性能分级	5
4 防火涂装设计	9
4.1 一般要求	9
4.2 防火保护层的设计厚度	9
4.3 防腐底漆的选择	10
4.4 防火涂料的选择	10
4.5 防火保护措施	11
4.6 防火保护构造	11
4.7 防火涂料添加网	12
5 施工控制	14
5.1 一般要求	14
5.2 性能要求	14
5.3 防火涂料进场检验	17
5.4 防腐底漆与防火涂料配套性检验	20
5.5 受损防腐底漆的修复方法和镀锌部件的预处理	21
5.6 应用条件和方法	21
6 试验方法	24
6.1 取样	24
6.2 制样条件	24
6.3 理化性能试件的制备	24
6.4 理化性能	26

6.5 耐火性能.....	30
6.6 防腐底漆与防火涂料的相容性试验.....	33
7 质量验收.....	35
7.1 一般要求.....	35
7.2 质量控制项目.....	35
7.3 施工质量不符合规定的处理方法.....	37
7.4 工程验收文件.....	38
附录 A 钢结构防火涂料隔热效率试验.....	39
附录 B 钢结构防火涂料耐火试验加载量计算.....	41
附录 C 钢结构（防火涂装）分项工程检验批质量验收表.....	43
附录 D 钢结构（防火涂装）检验批质量验收记录表.....	45
附录 E 非膨胀型防火涂料涂层厚度测定方法.....	47
本规程用词说明.....	49
引用标准名录.....	50
条文说明.....	52

1 总 则

1.0.1 为规范钢结构防火涂料应用的技术要求，预防和减少建筑火灾危害，保障人身和财产安全、使建筑防火做到安全适用、技术先进、经济合理，依据有关法律、法规、标准，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建、扩建工业与民用建筑、以及既有建筑改造工程中钢结构构件防火涂料涂装的设计、施工与验收。

1.0.3 钢结构防火涂料涂装设计、施工与验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 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。

2.1.2 截面系数 section factor

无保护钢构件每单位长度外表面面积与单位长度对应体积的比值。

2.1.3 钢管混凝土柱 concrete-filled steel tubular column

在钢管中填充混凝土而形成且钢管及其核心混凝土能共同承受外荷载作用的结构构件。

2.1.4 隐蔽钢结构 concealment steel structure

被围护或装修材料遮蔽、隔离的钢结构建筑物或构筑物。

2.1.5 露天钢结构 outdoor steel structure

露置于大气中，无屋盖防雨防风的钢结构建筑物或构筑物。

2.2 符号

R_i	——	防火保护层的等效热阻；
T_s	——	钢试件的平均温度；
T_{s0}	——	钢试件的初始温度，可取 20℃；
t_0	——	钢试件的平均温度达到 540℃ 的时间；
F/V	——	有防火保护钢试件的截面形状系数；
d_i	——	防火保护层的设计厚度；
λ_i	——	防火保护材料的等效热传导系数；
f_b	——	黏结强度；
F	——	最大拉伸荷载；

A	——	黏结面积；
R	——	抗压强度；
P	——	最大荷载；
A	——	受压面积；
ρ	——	干密度；
m	——	质量；
V	——	体积；
η	——	隔热效率偏差；
T_0	——	基准隔热效率；
$T_{\text{标}}$	——	标准隔热效率；
θ	——	隔热效率衰减量；
T_0	——	基准隔热效率；
T	——	耐久性试验后大试件的隔热效率；
f	——	抗弯强度；
L_0	——	计算跨度；
b_1	——	受压翼缘宽度；
t_1	——	翼缘厚度；
d	——	腹板厚度；
h	——	截面高度；
i_y	——	截面回转半径；
W_x	——	截面模量；
k	——	强度折减系数；
f_y	——	屈服强度；
g	——	自重；
q_0	——	标准盖板自重；
M_{max}	——	钢梁受载后其截面上实际产生的最大弯矩；
M_x	——	钢梁截面上的设计弯矩；
$M_{\text{极限}}$	——	钢梁截面上的设计弯矩极限值；

q_{\max} —— 均布荷载；
 φ_b —— 稳定系数；
 φ_b' —— 修正后稳定系数。

3 分类、耐火性能分级和型号

3.1 分类

钢结构防火涂料可根据使用场所、分散介质、防火机理及成膜物质，按表 3.1 进行分类。

表 3.1 钢结构防火涂料类别

分类方法	类别	备注
火灾防护对象	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
	特种钢结构防火涂料	用于特殊建（构）筑物（如石油化工设施、变电站等）钢结构表面
使用场所	室内钢结构防火涂料	适用于室内或隐蔽工程建（构）筑物
	室外钢结构防火涂料	适用于室外或露天工程建（构）筑物
分散介质	水基性钢结构防火涂料	以水作为分散介质
	溶剂性钢结构防火涂料	以有机溶剂作为分散介质
防火机理	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层
	膨胀型钢结构防火涂料	涂层在高温时膨胀发泡，其自身成为耐火隔热层
成膜物质	环氧类膨胀型钢结构防火涂料	以环氧树脂为成膜物质
	非环氧类膨胀型钢结构防火涂料	以非环氧类材料为成膜物质

3.2 耐火性能分级

3.2.1 钢结构防火涂料的耐火极限分为：0.50h、1.00h、1.50h、2.00h、2.50h 和 3.00h。

3.2.2 钢结构防火涂料耐火性能分级代号见表 3.2。

GT-WSF-*F*_{2.00}-B，表示室外用水基性非膨胀型特种钢结构防火涂料，耐火性能为 *F*_{2.00}，自定义代号为 B。

4 防火涂装设计

4.1 一般要求

4.1.1 钢结构构件的耐火极限要求，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249、《建筑防火通用规范》GB 55037的有关规定。

4.1.2 钢结构防火保护设计应根据建筑物或构筑物的用途、场所、火灾类型，选用相应类别的钢结构防火涂料。

4.1.3 钢结构构件的耐火极限应根据设计耐火极限和受力情况进行耐火性能验算和防火保护设计，或采用耐火试验验证其耐火性能，当耐火验算得出的防火涂层厚度数据与耐火试验数据不一致时，应以两者中数据最大值为准。

4.1.4 钢板剪力墙、柱间支撑的设计耐火极限应与柱相同，楼盖支撑的设计耐火极限应与梁相同，屋盖支撑和系杆的设计耐火极限应与屋顶承重构件相同。

4.1.5 钢构件采用防火涂料进行防火保护时，其高强度螺栓连接处的涂层厚度不应小于相邻钢构件的涂料厚度。

4.1.6 钢结构防火涂料应具备与设计耐火极限对应的型式检验报告或型式试验报告。

4.1.7 建筑物或构筑物钢结构设计的耐火极限确定后，当设计厚度和型式检验报告或型式试验报告载明的厚度不一致时，应将型式检验报告或型式试验报告载明的厚度作为能够满足钢结构防火需求的防火涂层厚度。

4.1.8 当施工所用防火保护材料的等效热传导系数与设计文件要求不一致，应根据防火保护层的等效热阻相等的原则确定保护层的施用厚度，并应经设计单位认可。对于非膨胀型钢结构防火涂料，可按照《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249-2017附录A

确定防火保护层的施用厚度；对于膨胀型防火涂料，可根据涂层的等效热阻直接确定其施用厚度。

4.2 防火保护层的设计厚度

4.2.1 非膨胀型防火涂料的等效热传导系数，可根据标准试验得到的钢试件实测升温曲线和试件的保护层厚度按下式计算：

$$\lambda_i = \frac{d_i}{\frac{5 \times 10^{-5}}{\left(\frac{T_s - T_{s0}}{t_0} + 0.2 \right)^2 - 0.044} \times \frac{F_i}{V}} \quad (4.2.1)$$

式中： λ_i ——等效热传导系数(W/m·°C)

d_i ——防火保护层的设计厚度(m)；

F_i/V ——有防火保护钢试件的截面形状系数(m⁻¹)；

T_{s0} ——钢试件的初始温度(°C)，可取 20°C；

T_s ——钢试件的平均温度(°C)；

t_0 ——钢试件的平均温度达到 540°C 的时间(s)。

4.2.2 膨胀型防火涂料保护层的等效热阻，可根据标准耐火试验得到的钢构件实测升温曲线按下式计算：

$$R_i = \frac{5 \times 10^{-5}}{\left(\frac{T_s - T_{s0}}{t_0} + 0.2 \right)^2 - 0.044} \times \frac{F_i}{V} \quad (4.2.2)$$

4.2.3 膨胀型防火涂料应给出最大使用厚度，最小使用厚度的等效热阻以及防火涂料使用厚度按最大使用厚度与最小使用厚度之差的 1/4 递增的等效热阻，其他厚度下的等效热阻可采用线性插值方法确定。

4.2.4 钢构件采用轻质防火保护层时，防火保护层的设计厚度可根

据钢构件的临界温度按下列规定确定：

1 对于膨胀型防火涂料，防火保护层的设计厚度宜根据防火保护材料的等效热阻经计算确定。等效热阻可根据临界温度按上式 4.2.2 计算：

2 对于非膨胀型防火涂料，防火保护层的设计厚度宜根据防火保护材料的等效热传导系数按下式计算确定。

$$d_i = R_i \lambda_i \quad (4.2.3)$$

式中： R_i ——防火保护层的等效热阻（对应于该防火保护层厚度） $(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W})$ ；

d_i ——防火保护层的设计厚度(m)；

λ_i ——防火保护材料的等效热传导系数 $[\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})]$ 。

4.3 防腐底漆的选择

4.3.1 目前钢结构防腐底漆常用的品种有：环氧富锌底漆、聚氨酯底漆、醇酸底漆、环氧酯底漆、氯磺化底漆等。

4.3.2 钢结构防锈漆宜选用环氧类防锈漆，不宜选用调和漆。

4.3.3 盐碱环境下钢结构的防腐蚀工艺，宜对钢结构基材表面进行电弧喷涂锌镍合金，得到锌镍合金镀层，在锌镍合金镀层表面涂刷一层石墨烯或环氧树脂防腐涂层。

4.4 防火涂料的选择

4.4.1 钢结构采用喷涂防火涂料保护时，应符合下列规定：

- 1 室内隐蔽构件，宜选用非膨胀型防火涂料；
- 2 设计耐火极限大于 1.50h 的构件，不宜选用膨胀型防火涂料；
- 3 室外、半室外钢结构采用膨胀型防火涂料时，应选用符合环境对其性能要求的产品；
- 4 防火涂料与防腐涂料应相容、匹配。

4.4.2 设计耐火极限大于 1.50h 的全钢结构建筑，宜选用非膨胀型钢结构防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

4.4.3 设计耐火极限大于 2.00h 的钢管混凝土柱，既可选用膨胀型钢结构防火涂料，也可选用非膨胀型钢结构防火涂料。

4.4.4 除钢管混凝土柱外，设计耐火极限大于 2.00h 的构件，应选用非膨胀型钢结构防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

4.4.5 室内隐蔽钢结构，宜选用非膨胀型防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

4.4.6 室外或露天工程的钢结构应选用室外钢结构防火涂料。

4.4.7 石化工程钢结构建筑，应选用室外非膨胀型钢结构防火涂料。

4.5 防火保护措施

4.5.1 钢结构的防火保护措施应根据钢结构的结构类型、设计耐火极限和使用环境等因素，按照下列原则确定：

- 1 防火保护施工时，不产生对人体有害的粉尘或气体；
- 2 钢构件受火后发生允许变形时，防火保护不发生结构性破坏与失效；
- 3 施工方便且不影响前续已完工的施工及后续施工；
- 4 具有良好的耐久、耐候性能。

4.5.2 钢结构的防火保护可采用下列措施之一或其中几种的复（组）合：

- 1 喷涂（抹涂）防火涂料；
- 2 包覆防火板；
- 3 包覆柔性毡状隔热材料；
- 4 外包混凝土、金属网抹砂浆或砌筑砌体。

4.6 防火保护构造

4.6.1 钢结构采用喷涂非膨胀型防火涂料保护时，有下列情况之一

时，宜在涂层内设置与钢构件相连接的镀锌铁丝网或玻璃纤维布：

- 1 构件承受冲击、振动荷载；
- 2 防火涂料的黏结强度不大于 0.05MPa；
- 3 构件的腹板高度大于 500mm 且涂层厚度不小于 30mm；
- 4 构件的腹板高度大于 500mm 且涂层长期暴露在室外。

4.6.2 钢结构防火保护构造宜按《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 选用。

4.7 防火涂料添加网

4.7.1 防火涂料型式检验报告或型式试验报告标明在防火涂料检测过程中防火涂层内有加网情况，工程应用时应加网施工，加网的材料和规格应与型式检验报告或型式试验报告一致。

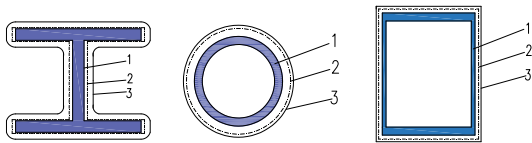


图 4.7.1 防火保护加网构造形式示意图

1—钢构件；2—防火涂料；3—网

4.7.2 当防火涂料型式检验报告或型式试验报告未标明在防火涂料检测过程中防火涂层内有加网情况时，若涂层较厚，宜采取加网施工措施，并宜符合下列规定：

1 非膨胀型钢结构防火涂料涂层厚度大于或等于 25mm 时，宜在钢结构防火涂层内加网施工；

2 非环氧类膨胀型钢结构防火涂料涂层厚度大于或等于 3mm、环氧类膨胀型钢结构防火涂料涂层厚度大于或等于 8mm 时，宜在钢结构防火涂层内加网施工。

4.7.3 下列钢结构，若不能提供相应尺寸构件的防火涂料型式检验报告或型式试验报告，应在非膨胀型钢结构防火涂料涂层内加网

施工：

1 腹板高度(H)或翼缘宽度(B)大于或等于 500mm 的 H 型钢和 T 型钢构件；

2 腰高度(h)或腿宽度(b)大于或等于 500mm 的工字钢、槽钢构件；

3 任一边宽度大于或等于 500mm 的角钢构件；

4 边长 A、B 值大于或等于 500mm 的方形钢管构件、矩形钢管构件；

5 直径大于或等于 600mm 的钢柱。

4.7.4 钢板剪力墙平面面积大于或等于 8m^2 时，应在钢结构防火涂层内加网施工。

4.7.5 框支柱、转换桁架、转换梁、结构加强层桁架的耐火极限大于或等于 4.00h 时，应在钢结构防火涂层内加网施工。

4.7.6 高层或超高层建筑的避难层或避难间防火涂装时，应在防火涂层内加网施工。

4.7.7 HC 火灾或 RABT 类火灾用防火涂料，当实际工程所用钢结构构件尺寸大于《钢结构防火涂料》GB14907 所采用的标准构件尺寸时，应加网施工。

4.7.8 加网材料宜选用铁丝网、耐碱玻璃纤维网或碳纤维网。

5 施工控制

5.1 一般要求

5.1.1 施工单位应根据现场环境和钢结构防火涂料的说明书，制定施工作业指导书。

5.1.2 钢结构防火涂料的涂装施工，应按批准的设计文件和施工技术标准进行，不得随意更改。设计文件确需改动的，应由原设计单位出具设计变更通知单，并应报原审核机构或备案机构核准。

5.1.3 钢结构防火涂料的涂装应由具备消防设施工程专业承包资质的施工单位实施。

5.1.4 钢结构防火涂料的涂装施工前，钢结构表面除锈和防腐处理应符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB50205 等有关规定。钢结构表面和防火涂料涂装基层不应有粉尘、油污等污垢，其连接处的缝隙应用防火涂料或其他防火材料补、堵平后方可施工。

5.1.5 钢结构防火涂料涂装工程应在钢结构安装分项工程检验批和钢结构防腐涂装检验批的施工质量验收合格后进行。

5.1.6 对已经施工的防火涂料涂层应采取保护措施，若有损坏，应按原设计要求进行修补。

5.1.7 用于生产钢结构防火涂料的原材料应符合国家环境保护和安全卫生相关法律法规的规定。

5.1.8 钢结构防火涂料应能采用规定的分散介质进行调和、稀释。

5.1.9 复层涂料应相互配套，底层涂料应能同防锈漆配合使用，或者底层涂料自身具有防锈性能。

5.2 性能要求

5.2.1 室内钢结构防火涂料的理化性能应符合表 5.2.1-1 的规定，室外钢结构防火涂料的理化性能应符合表 5.2.1-2 的规定。

表 5.2.1-1 室内钢结构防火涂料的理化性能

序号	理化性能项目	技术指标		缺陷类别
		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	C
2	干燥时间(表干)/h	≤12	≤24	C
3	初期干燥抗裂性	不应出现裂纹	允许出现 1~3 条裂纹，其宽度应≤0.5mm	C
4	黏结强度/MPa	≥0.15	≥0.04	A
5	抗压强度/MPa	—	≥0.3	C
6	干密度/(kg/m ³)	—	≤500	C
7	隔热效率偏差	±15%	±15%	—
8	pH 值	≥7	≥7	C
9	耐水性	24 h 试验后，涂层应无起层，发泡，脱落现象，且隔热效率衰减量≤35%	24 h 试验后，涂层应无起层，发泡，脱落现象，且隔热效率衰减量≤35%	A
10	耐冷热循环性	15 次试验后，涂层应无开裂、剥落、起泡现象，且隔热效率衰减量≤35%	15 次试验后，涂层应无开裂、剥落、起泡现象，且隔热效率衰减量≤35%	B
<p>注：1、A 为致命缺陷，B 为严重缺陷，C 为轻缺陷；“—”表示无要求；</p> <p>2、隔热效率偏差只作为出厂检验项目；</p> <p>3、pH 值只适用于水基性钢结构防火涂料。</p>				

表 5.2.1-2 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		缺陷类别
		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	C
2	干燥时间 (表干) /h	≤12	≤24	C
3	初期干燥抗裂性	不应出现裂纹	允许出现 1~3 条裂纹, 其宽度应≤0.5mm	C
4	黏结强度 /MPa	≥0.15	≥0.04	A
5	抗压强度 /MPa	—	≥0.5	C
6	干密度 (kg/m ³)	—	≤650	C
7	隔热效率偏差	±15%	±15%	—
8	pH 值	≥7	≥7	C
9	耐曝热性	720 h 试验后, 涂层应无起层, 脱落, 开裂现象, 且隔热效率衰减量≤35%	720 h 试验后, 涂层应无起层, 脱落, 开裂现象, 且隔热效率衰减量≤35%	B
10	耐湿热性	504 h 试验后, 涂层应无起层, 脱落现象, 且隔热效率衰减量≤35%	504 h 试验后, 涂层应无起层, 脱落现象, 且隔热效率衰减量≤35%	B
11	耐冻融循环性	15 次试验后, 涂层应无开裂、脱落、起泡现象, 且隔热效率衰减量≤35%	15 次试验后, 涂层应无开裂、脱落、起泡现象, 且隔热效率衰减量≤35%	B

12	耐酸性	360 h 试验后, 涂层应无起层, 开裂现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	360 h 试验后, 涂层应无起层, 开裂现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	B
13	耐碱性	360 h 试验后, 涂层应无起层, 开裂现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	360 h 试验后, 涂层应无起层, 开裂现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	B
14	耐盐雾腐蚀性	30 次试验后, 涂层应无起泡, 明显的变质, 软化现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	30 次试验后, 涂层应无起泡, 明显的变质, 软化现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	B
15	耐紫外线辐射性	60 次试验后, 涂层应无起层, 开裂, 粉化现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	60 次试验后, 涂层应无起层, 开裂, 粉化现象, 且隔热效率衰减量应 \leq 35%	B
<p>注: 1、A 为致命缺陷, B 为严重缺陷, C 为轻缺陷; “—”表示无要求;</p> <p>2、隔热效率偏差只作为出厂检验项目;</p> <p>3、pH 值只适用于水基性钢结构防火涂料。</p>				

5.2.2 钢结构防火涂料耐火性能应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 钢结构防火涂料的耐火性能

产品分类 耐火性能	普通钢结构防火涂料	特种钢结构防火涂料	缺陷 类型
	F_p 0.50	F_t 0.50	
F_p 1.00	F_t 1.00		
F_p 1.50	F_t 1.50		

	F_p 2.00	F_t 2.00	
	/	/	
	/	/	
非膨胀型	F_p 0.50	F_t 0.50	
	F_p 1.00	F_t 1.00	
	F_p 1.50	F_t 1.50	
	F_p 2.00	F_t 2.00	
	F_p 2.50	F_t 2.50	
	F_p 3.00	F_t 3.00	

注：耐火性能试验结果适用于同种类型且截面系数更小的基材。

5.3 防火涂料进场检验

5.3.1 钢结构防火涂料的质量应符合国家现行产品标准的规定和设计要求，并应具备产品合格证、产品说明书和国家权威质量监督检验机构出具的检验合格报告、型式认可证书、产品耐火极限测试报告和理化试验报告。

建设单位或监理方可根据工程需要，组织现场见证取样，对抽取的样品检测应遵循住建部 57 号令，由县级以上地方人民政府住房和城乡建设主管部门负责本行政区域内建设工程质量检测活动的监督管理，可以委托所属的建设工程质量监督机构具体实施，非建设单位委托的检测机构出具的检测报告不得作为工程质量验收资料。抽取的样品应送至具备检测资质的省级及以上质检机构进行检验。

5.3.2 施涂钢结构防火涂料作为钢结构工程的分项工程，其检验批可按钢结构安装工程检验批划分为一个或若干个检验批，也可将 100t 的膨胀型钢结构防火涂料和 500t 的非膨胀型钢结构防火涂料作为一个检验批。

5.3.3 一个检验批内的防火涂料应为同一批次的原料由相同生产

工艺生产出的产品。

5.3.4 进场检验宜选择国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 和本规程规定的对防火涂料质量构成重大影响的 A 类缺陷的部分项目进行检验，涂料的技术指标应符合国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 和本规程的有关规定。规模较大的工程项目必须做进场检验。

检查数量：每使用 100t 或不足 100t 膨胀型防火涂料应抽检一次黏结强度；每使用 500t 或不足 500t 非膨胀型防火涂料应抽检一次黏结强度和抗压强度。

检验方法：检查复检报告。

5.3.5 防火涂料进场检验应符合本规程第 5.3 节的规定。

检查数量：按本规程 5.3.2、5.3.3、5.3.4 规定的检验批执行。

检验方法：核验防火涂料产品合格证、产品说明书及抽样检验报告。

5.3.6 钢结构防火涂料的品种和技术性能应满足设计要求，并应经法定的检测机构检测，检测结果应符合国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品的质量合格证明文件、中文产品标志及检验报告等。

5.3.7 防腐涂料和防火涂料的型号、名称、颜色及有效期应与其质量证明文件相符。开启后，不应存在结皮、结块、凝胶等现象。

检查数量：应按桶数抽查 5%，且不应少于 3 桶。

检验方法：观察检查。

5.3.8 预应力钢结构、跨度不小于 60m 的大跨度钢结构、高度不小于 100m 的高层建筑钢结构所采用的防火保护材料，在材料进场后，应对其隔热性能进行见证检验。非膨胀型防火涂料实测的等效热传导系数不应大于等效传导系数的设计取值，其允许偏差为 +10%；膨胀型防火涂料实测的等效热阻不应小于等效热阻的设计取值，

其允许偏差为-10%。

检查数量：按施工进货的生产批次确定，每一批次应抽检一次。

检查方法：按《建筑构件耐火试验方法 第1部分：通用要求》GB/T 9978.1、按《建筑构件耐火试验方法 第7部分：通用要求》GB/T 9978.7规定的耐火性能试验方法测试，试件采用 I36b 工字钢，长度 500mm，数量 3 个，试件应四面受火且不加载。对于非膨胀型防火涂料，试件的防火保护层厚度取 20mm，并按本规程式 4.2.1 计算等效热传导系数；对于膨胀型防火涂料，试件的防火保护厚度取涂料的最新使用厚度、最大使用厚度的平均值，并按式 4.2.2 计算等效热阻。

5.3.7 防火涂料的黏结强度应符合现行国家标准的规定，其允许偏差为-10%。

检查数量：按施工进货的生产批次确定，每一进货批次应抽检一次。

检查方法：应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907 的规定。

5.4 防腐底漆与防火涂料配套性检验

5.4.1 遇下列情况时应对防锈漆进行划格试验或黏结强度试验：

1 钢结构使用调和漆作为防锈漆时；

2 钢结构上涂装的防锈漆和企业提供的型式检验报告或型式试验报告所载明防锈漆不一致时。

5.4.2 防锈漆厚度小于或等于 250 μm 时，应按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286 的有关规定测定防锈漆的脱离抗性或采用本规程 7.4.4 条规定的方法测定防锈漆的黏结强度。

5.4.3 当防锈漆厚度大于 250 μm 时，应按本规程 7.4.4 条规定的方法测定防锈漆的黏结强度。

5.4.4 按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286 规定的方法测定防锈漆从底材脱离抗性时，测试结果应达到 0 级、1 级或 2 级。按国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907-2018 第 6.4.4 条或本规程 7.4.4 条规定测定防锈漆的黏结强度时，黏结强度不应小于 5MPa。无机富锌防锈漆的黏结强度不应小于 3MPa。

5.4.5 防火涂料应按现行国家标准《色漆和清漆涂料配套性和再涂性的测定》GB/T34681 规定的方法进行防火涂料和防锈漆的配套性试验，防火涂料和防锈漆之间不能出现溶胀、咬底、起皱、变色等缺陷。

5.5 受损防腐底漆的修复方法和镀锌部件的预处理

5.5.1 施工现场钢结构返锈或防锈漆损坏时，应除去表面锈蚀，除锈等级应达到现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的规定。

5.5.2 钢结构构件表面除锈达到要求后，应在 6h 内涂刷防锈漆且防锈漆厚度应达到设计规定的厚度。

5.5.3 镀锌钢构件在涂装防火涂料前，应在镀锌钢构件表面采取增加涂层附着力的措施。

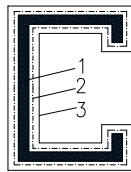


图 5.5.3 镀锌钢构件防火保护构造形式示意图

1—钢构件；2—增强措施层；3—防火涂料

5.6 应用条件和方法

5.6.1 钢结构防火涂装施工前应具备下列条件：

- 1 相应的工程设计技术文件、资料齐全；
- 2 施工现场及施工中使用的水、电、气满足施工要求，并能保证连续施工；
- 3 钢结构安装工程检验批质量检验合格；
- 4 钢结构表面防腐涂装质量应满足设计要求并符合《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 等现行标准规定，除锈、防锈涂装检验批质量检验合格；
- 5 施工现场的防火措施、管理措施及消防器材配备符合消防安全需求。

5.6.2 防火涂料施工应符合下列规定：

- 1 防火涂料的涂装遍数和每遍涂装的厚度均应符合产品说明书、施工作业指导书和设计文件的要求；
- 2 当产品说明书或施工作业指导书未做要求时，溶剂性防火涂料施工环境温度宜为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应大于 85%；风速大于 5m/s 时不宜作业，雨天或构件表面结露时不应作业。水性防火涂料施工和养护期间，环境温度应为 $5^{\circ}\text{C}\sim 38^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 防火涂料涂装施工可采用刷涂、滚涂、抹涂、刮涂及喷涂等方法，宜根据产品特性、构件大小、施工的复杂程度采取一种或多种方法进行施工。涂层实干后不应有刺激性气味，涂装后 4.0h 内保护受雨淋、水冲等，并应防止机械撞击。

刷涂适用于涂装任何形状的物件，不适用于挥发快的涂料。滚涂适合涂抹形状较平整规则的构件，适用于用于大面积的涂装，不适用于干燥速度过快，固体含量高的涂料。

空气喷涂适用于结构复杂的钢构件。施工时必须根据涂料的种类与黏度适当调整喷漆量、漆束直径、漆粒大小、空气压力等参数，该方法的不足之处是涂料利用率低，需经多次喷涂才能得到较厚的漆膜。

高压无气喷涂也称无气喷涂，适合于高黏度油漆的施工，缺

点是涂料消耗量大，喷散量难以控制，不适合薄涂。

各种施工作业前均应先进行试涂，试涂合格后方可全面展开施工。

5.6.3 室外钢结构防火涂料宜在防火涂层表面施加防火涂料面漆。

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、养护均应在环境温度 5℃~35℃，相对湿度 50%~80%的条件下进行。

6.3 理化性能试件的制备

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，按规定的防锈措施进行防锈处理（适用时）。试件基材的尺寸及数量应符合表 6.3.1 规定。

表 6.3.1 试件基材的尺寸及数量

序号	试件用途	尺寸 mm	数量块
1	干燥时间试验	150×70×6	3
2	初期干燥抗裂性试验	300×150×6	2
3	黏结强度试验	70×70×6	5
4	耐曝热性试验	150×70×6 500×500×6	1 1

5	耐湿热性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
6	耐冻融循环性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
7	耐冷热循环性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
8	耐水性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
9	耐酸性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
10	耐碱性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
11	耐盐雾腐蚀性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
12	耐紫外线辐照性试验	150×70×6	1
		500×500×6	1
13	基准隔热效率测定	500×500×6	1
14	标准隔热效率测定	500×500×6	1

6.3.2 试件的涂覆和养护

按委托方提供的产品施工工艺（除加固措施外）进行涂覆施工，试件涂层厚度分别为：对于小试件(尺寸小于 500mm×500mm)，P 类(1.50±0.20)mm、F 类(15±2)mm；对于大试件(尺寸为 500mm×500mm)，P 类(2.00±0.20)mm、F 类(25±2)mm。且每块大试件的涂层厚度相互之间偏差不应大于 10%。达到规定厚度后应抹平和修边，保证均匀平整。对于复层涂料.还应按委托方提供的施工工艺进行面层和底层涂料的施工。涂覆好的试件涂层面向上

水平放置在试验台上干燥养护，除用于试验表干时间和初期干燥抗裂性的试件外，其余试件的养护期规定为：P类不低于10d、F类不低于28d，委托方有特殊规定的按委托方的规定执行。养护期满后后方可进行试验。

6.3.3 试件预处理

将用于6.4.9、6.4.10、6.4.11、6.4.12、6.4.13、6.4.14、6.4.15、6.4.16及6.4.17试验的试件养护期满后用1:1的石蜡与松香的溶液封堵其周边（封边宽度不得小于5mm），再次养护24h后方可进行试验。

6.4 理化性能

6.4.1 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。

6.4.2 干燥时间

将依据6.3要求制作的试件，按《漆膜、腻子膜干燥时间测定法》GB/T 1728-2020规定的指触法进行测试。

6.4.3 初期干燥抗裂性

按《复层建筑涂料》GB/T 9779-2015的6.10进行试验。目测检查有无裂纹出现或使用适当的器具测量裂纹宽度。2块试件均符合要求判为合格。

6.4.4 黏结强度

将依据6.3要求制作的试件的涂层中央40mm×40mm面积内，均匀涂刷高黏结力的黏结剂（如溶剂型环氧树脂等），然后将钢制联结件粘上并压上1kg重的砝码，小心去除联结件周围溢出的黏结剂，继续在6.2规定的条件下放置3d后去掉砝码，沿钢制联结件的周边切割涂层至板底面，然后将黏结好的试件安装在试验机上；在沿试件底板垂直方向施加拉力，以1500N/min~2000N/min

的速度施加荷载，测得最大的拉伸荷载（要求钢制联结件底面平整与试件涂覆面黏结）。每一试件的黏结强度按式(6.4.4)计算。黏结强度结果以 5 个试验值中剔除粗大误差后的平均值表示。

$$f_b = F/A \quad (6.4.4)$$

式中： f_b ——黏结强度，单位为兆帕(MPa)；

F ——最大拉伸荷载，单位为牛顿(N)；

A ——黏结面积，单位为平方毫米(mm²)。

6.4.5 抗压强度

1 试件的制作

先在规格为 70.7mm×70.7mm×70.7mm 的金属试模内壁涂一薄层机油，将拌和后的涂料注入试模内，轻轻摇动并插捣抹平，待基本干燥固化后脱模。在规定的环境条件下养护期满后，再放置在(60±5)℃的烘箱中干燥 48h，然后再放置在干燥器内冷却至室温。

2 试验程序

选择试件的某一侧面作为受压面，用卡尺测量其边长，精确至 0.1mm。将选定试件的受压面向上放在压力试验机（误差小于或等于 2%）的加压座上，试件的中心线与压力机中心线应重合，以 150N/min~200N/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。按式(6.4.5)计算每一个试件的抗压强度。抗压强度结果以 5 个试验值中剔除粗大误差后的平均值表示。

$$R = P/A \quad (6.4.5)$$

式中： R ——抗压强度，单位为兆帕(MPa)；

P ——最大荷载，单位为牛顿(N)；

A ——受压面积，单位为平方毫米(mm²)。

6.4.6 干密度

试件制作同 6.4.5.1。

采用卡尺和电子天平测量试件的体积和质量，按式(6.4.6)计算每一个试件的干密度。干密度结果以 5 个试验值中剔除粗大误差

后的平均值表示。

$$\rho = m/V \quad (6.4.6)$$

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)。

6.4.7 隔热效率偏差

1 基准隔热效率的测定

型式检验时，按附录 A 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(T_0)为钢结构防火涂料的基准隔热效率。

2 隔热效率偏差测试

出厂检验时，按附录 A 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，且隔热效率($T_{\text{标}}$)为钢结构防火涂料的标准隔热效率。隔热效率偏差按附录 A 的规定进行计算。

6.4.8 pH 值

按产品施工工艺要求，首先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至混合均匀状态，然后采用 pH 计测量其 pH 值。

6.4.9 耐水性

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，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。

2 取出经过 6.4.9.1 试验的大试件，放在(23±2)℃的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.10 耐冷热循环性

1 将依据 6.3 要求制作的试件置于(23±2)℃的空气中 18h，然后将试件放入(-20±2)℃低温箱中冷冻 3h，再将试件从低温箱中

取出立即放入 (50 ± 2) °C 的恒温箱中 3h。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。

2 取出经过 6.4.10.1 试验的大试件，放在 (23 ± 2) °C 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.11 耐曝热性

1 将依据 6.3 要求制作的试件垂直放置在 (50 ± 2) °C 的烘箱中。试验期间，每隔 24h 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。

2 取出经过 6.4.11.1 试验的大试件，放在 (23 ± 2) °C 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.12 耐湿热性

1 将依据 6.3 要求制作的试件垂直放置在湿度 $90\%\pm 5\%$ 、温度 (45 ± 5) °C 的试验箱中。试验期间，每隔 24h 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。

2 取出经过 6.4.12.1 试验的大试件，放在 (23 ± 2) °C 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.13 耐冻融循环性

1 将依据 6.3 要求制作的试件置于 (23 ± 2) °C 的自来水中 18h，然后将试件放入 (-20 ± 2) °C 低温箱中冷冻 3h，再将试件从低温箱中取出立即放入 (50 ± 2) °C 的恒温箱中 3h。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。

2 取出经过 6.4.13.1 试验的大试件，放在 (23 ± 2) °C 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.14 耐酸性

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 24h 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。

2 取出经过 6.4.14.1 试验的大试件，放在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.15 耐碱性

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，间隔 24h 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。

2 取出经过 6.4.15.1 试验的大试件，放在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.16 耐盐雾腐蚀性

1 将依据 6.3 要求制作的试件按《建筑通风和排烟系统用防火门阀门》GB 15930-2007 的 7.11 规定进行试验。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。

2 取出经过 6.4.16.1 试验的大试件，放在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.4.17 耐紫外线辐照性

1 将依据 6.3 要求制作的试件按《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/T 14522-2008 的表 C.1 规定的第 2 种暴露周期类型进行试验。试验期间，每二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。

2 取出经过 6.4.17.1 试验的大试件，放在 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 的环境中养护干燥后，按附录 A 的规定测试其隔热效率并计算衰减量。

6.5 耐火性能

6.5.1 试验装置

符合 GB/T 9978.1-2008 中第 5 章对试验装置的要求。

6.5.2 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 9978.1-2008 中 6.1 和 6.2 的相关规定；特种钢结构防火涂料采用烃类(II C)火灾升温条件，试验炉内温度应符合《构件用防火保护材料快速升温耐火试验方法》XF/T 714-2007 中 5.1.2 的相关规定，炉内保持正压。

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 9978.1-2008 和 GB/T 9978.6-2008 的相关规定。

6.5.3 试件制作

采用《热轧 H 型钢和剖分 T 型钢》GB/T 11263-2017 规定的 HN400×200 热轧 H 型钢（截面系数为 161 m^3 ）和《热轧型钢》GB/T 706-2016 规定的 36b 热轧工字钢（截面系数为 126 m^3 ）作为试验基材。试件制作时，首先按 GB/T 9978.6 的相关规定设置试件热电偶（均用于测量试件的平均温度），然后依据产品使用说明书规定的工艺条件对试件受火面进行涂覆，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。

6.5.4 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 2 个测量截面。每个截面上共 7 个测量点（见图 6.5.4），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、防锈液、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平均值表示。涂层厚度精确至：0.1mm(P 类)，1mm(F 类)。

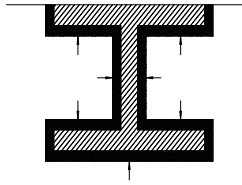


图 6.5.4 试件截面上涂层测量点位置

6.5.5 试件安装、约束与加载

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，盖板可采用密度为 $(650\pm 200)\text{kg/m}^3$ 的加气混凝土板或轻质混凝土板，每块盖板的厚度为 $(150\pm 25)\text{mm}$ 、长度不大于 1m 、宽度大于或等于梁上翼缘的3倍宽度且不小于 600mm 。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 4000mm ，试件的支撑点间距（净跨度）及总长度应符合 GB/T 9978.6 中对试件尺寸的相关规定。试件的其他安装和约束要求应符合 GB/T 9978.6 的相关规定。

2 试件加载条件应符合 GB/T 9978.6 的相关规定，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《钢结构设计标准》GB50017 中 4.1 规定进行计算）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 $\pm 5\%$ 以内）。HN400 \times 200 热轧 H 型钢和 36b 热轧工字钢的实际加载量的计算示例见附录 B。

6.5.6 判定准则

1 判定条件

钢结构防火涂料的耐火极限以试件失去承载能力或达到规定的平均温度的时间来确定。

2 承载能力

在整个耐火试验时间内，试件的最大弯曲变形量不应超过

$L_0^2/400h$ (L_0 为试件的净跨度, mm; h 为试件截面上抗压点与抗拉点之间的距离, mm)。

3 试件温度

在整个耐火试验时间内, 试件的平均温度不应超过 538℃。

6.5.7 耐火性能的表达

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和防锈处理措施。耐火性能试验时间或耐火极限精确至 0.01h。

6.6 防腐底漆与防火涂料的相容性试验

6.6.1 遇下列情况时应对防锈漆进行划格试验或黏结强度试验:

- 1 钢结构使用调和漆作为防锈漆时;
- 2 钢结构上涂装的防锈漆和企业提供的型式检验报告或型式试验报告所载明防锈漆不一致时。

6.6.2 当防锈漆厚度小于或等于 250 μm 时, 应按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286 的有关规定测定防锈漆的脱离抗性, 或采用本规程第 6.4.4 条规定的方法测定防锈漆的黏结强度。

6.6.3 当防锈漆厚度大于 250 μm 时, 应按本规程第 6.4.4 条规定的方法测定防锈漆的黏结强度。

6.6.4 按现行国家标准《色漆和清漆 漆膜的划格试验》GB/T 9286 规定的方法测定防锈漆从底材脱离抗性时, 测试结果应达到 0 级、1 级或 2 级。按本规程第 6.4.4 条规定测定防锈漆的黏结强度时, 黏结强度不应小于 5MPa。无机富锌防锈漆的黏结强度不应小于 3MPa。

6.6.5 防火涂料应按现行国家标准《色漆和清漆 涂料配套性和再涂性的测定》GB/T 34681 规定的方法进行防火涂料和防锈漆的配

套性试验，防火涂料和防锈漆之间不能出现溶胀、咬底、起皱、变色等缺陷。

7 质量验收

7.1 一般要求

7.1.1 防火涂层外观质量控制应符合下列规定：

1 不应有误涂、漏涂，涂层应闭合，不应有脱层、空鼓、明显凹陷、粉化松散和浮浆等外观缺陷，乳突应剔除；

2 喷涂的非膨胀型防火涂料外观宜为毛面，当设计对涂层外观有平整度要求时，可在涂层表面采取相应的找平措施。

7.1.2 膨胀型防火涂料的涂层厚度不应小于 1.5mm，非膨胀型防火涂料的涂层厚度不应小于 15mm。

7.1.3 防火涂料涂层不得出现贯穿性裂纹。

7.1.4 采用防火防腐一体化体系（含防火防腐双功能涂料时），防腐涂装和防火涂装可以合并验收。

7.2 质量控制项目

I 主控项目

7.2.1 防火涂料涂装前，钢材表面防腐涂装质量应满足设计要求并符合本标准的规定。

检查数量：全数检查

检查方法：检查防腐涂装验收记录。

7.2.2 防火涂料黏结强度、抗压强度应符合现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907和本规程的规定。

检查数量：每使用 100t 或不足 100t 膨胀型（薄涂型）防火涂料应抽检一次黏结强度；每使用 500t 或不足 500t 非膨胀型（厚涂型）防火涂料应抽检一次黏结强度和抗压强度。

检查方法：检查复检报告。

7.2.3 膨胀型（超薄型、薄涂型）防火涂料、非膨胀型防火涂料的涂层厚度及隔热性能应满足国家现行标准有关耐火极限要求，且不应小于—0.2mm。当采用非膨胀型防火涂料涂装时，80%及以上涂层面积应满足国家现行标准有关耐火极限的要求，且最薄处厚度不应低于设计要求的85%。

检测数量：按构件数抽查10%，且同类构件不应少于3件。

检查方法：每一构件选取至少5个不同的涂层部位。膨胀型（超薄型、薄涂型）防火涂料采用涂层厚度测量仪，涂层厚度允许偏差应为—5%。非膨胀型防火涂料的涂层厚度采用本规程附录E的方法检测。

7.2.4 膨胀型（超薄型）防火涂料涂层表面不应出现裂纹；膨胀型（薄涂型）防火涂料表层裂纹宽度不应大于0.5mm，且任意1m内不得多于1条；非膨胀型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于0.5mm，在任意300mm×150mm范围内裂纹数不得多于3条。

检查数量：按同类构件数抽查10%，且均不应小于3件。

检查方法：观察和用尺量检查。

7.2.5 防火涂装工程应具备型式检验报告或型式试验报告。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查型式检验报告或型式试验报告。

7.2.6 防火涂料选型应符合本规程第4.4节的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：按使用场所及设计耐火极限的要求，核对设计文件、型式检验报告。

7.2.7 防锈漆与防火涂料配套性检验应符合本规程第5.4节的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查配套性检验报告。

7.2.8 防锈漆损坏修补及镀锌钢构件涂装前处理应符合本规程5.5的规定。

检查数量：按同类构件基数抽查 10%，且不少于 3 件，每件检测 3 处。

检验方法：直观检查（目视或观察检查）。

7.2.9 防火涂层加网应符合本规程 4.7 的规定。

检查数量：按同类构件基数抽查 10%，且不少于 3 件，每件检测 5 处。

检验方法：检查施工记录，对质量有疑问时可割开涂层检查。

7.2.10 防火涂层厚度及裂纹控制应符合本规程第 7.2.3、7.2.4 的规定。

检查数量：按同类构件基数抽查 10%，且均不应少于 3 件，每件检测 5 处。

检验方法：用测厚仪测量厚度，直观检查裂纹数，用尺量检查裂纹宽度。

II 一般项目

7.2.11 防火涂料涂装基层不应有油污、灰尘和泥沙等污垢。

检查数量：全数检查（GB50205）

检验方法：观察检查。

7.2.12 防火涂层不应有误涂、漏涂，涂层应闭合，无脱层、空鼓，明显凹陷、粉化松散和浮浆、乳突等缺陷。

检查数量：全数检查（GB50205）

检验方法：观察检查。

7.3 施工质量不符合规定的处理方法

7.3.1 防火涂装分项工程所含各检验批质量验收记录，应按本规程附录 D 和 E 填写。

7.3.2 施工质量不符合规定时应按下列方式处理：

1 经返工重做的检验批，应重新进行验收；

- 2 通过返修或重做仍然不能满足要求时，不得通过验收；
- 3 经有资质的检测单位检测鉴定，能够达到设计要求的检验批可视为合格；
- 4 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算认可，能够满足结构防火要求的检验批，可视为合格。

7.4 工程验收文件

7.4.1 工程验收应提供下列文件和记录：

- 1 防火涂装工程设计文件及变更；
- 2 型式检验报告或型式试验报告及出厂合格证；
- 3 施工作业指导书；
- 4 涂料进场检验报告；
- 5 防锈漆与防火涂料配套性检验报告；
- 6 镀锌钢构件防火涂料涂装前处理措施记录；
- 7 钢结构返锈或防锈漆损坏处理记录；
- 8 隐藏工程检验项目检验验收记录；
- 9 防火涂装分项工程所含各检验批质量验收记录；
- 10 施工现场质量管理检查记录；
- 11 其他必要的文件和记录。

7.4.2 钢结构防火涂料工程质量验收合格后，应将所有验收文件存档备案。

附录 A 钢结构防火涂料隔热效率试验

A.1 试件

本试验所采用的试件为 6.4.7 中提及的“基准隔热效率测试”用试件和“标准隔热效率测试”用试件，以及 6.3.2 等提及的大试件。

A.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。试验炉开口尺寸不应小于 1000mm×1000mm，其内衬材料应采用耐高温隔热材料(密度应小于 1000kg/m 厚度不小于 50mm)。试验炉可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（丝径不小于 0.5mm）、炉压测量探头等应符合 GB/T 9978.1-2008 中 5.5 的相关规定。

A.3 试验程序

A.3.1 组批

按试验炉开口尺寸大小的不同，在满足 A.3.2 规定的安装条件下，可一次试验一块或多块试件。

A.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名义厚度为 50mm、体积密度为 128kg/m 的干燥硅酸铝纤维毯。试件的受火尺寸不应小于 450mm×450mm，其边缘与炉膛内壁之间的距离不应小于 250mm。当多块试件同时进行试验时，相邻试件边缘之间的间距不应大于 500mm。试件的周边与安装框架之间的间隙外应填塞硅酸铝纤维棉。

A.3.3 试验条件

试验炉内温度及压力应符合 GB/T 9978.1-2008 中 6.1 和 6.2 的相关规定。

A.3.4 温度测量

A.3.4.1 试验炉内温度

在试验炉内距离每块试件下表面 100mm 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不应小于 300mm，热电偶的总数量不应少于 4 支。

A.3.4.2 试件背火面温度

每块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 125mm 处。热电偶与试件背火面的固定方式应符合 GB/T 9978.1-2008 的相关规定。

A.4 试验结果

试件的隔热效率以试件背火面平均温度达到 500℃ 时的试验时间来表示，单位为分钟(min)。

A.5 隔热效率偏差

钢结构防火涂料的隔热效率偏差采用式(A.1)计算：

$$\eta = (T_{\text{标}} - T_0) / T_0 \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中： η ——隔热效率偏差，%；

T_0 ——基准隔热效率，单位为分钟(min)；

$T_{\text{标}}$ ——标准隔热效率，单位为分钟(min)。

A.6 隔热效率衰减量

钢结构防火涂料的隔热效率衰减量采用式(A.2)计算：

$$\theta = (T_0 - T) / T_0 \times 100\% \quad (\text{A.2})$$

式中： θ ——隔热效率衰减量，%；

T_0 ——基准隔热效率，单位为分钟(min)；

T ——耐久性试验后大试件的隔热效率，单位为分钟(min)。

注：当 $T \geq T_0$ 时，表示试件的隔热效率无衰减。

附录 B 钢结构防火涂料耐火试验加载量计算

B.1 已知条件

钢梁为 Q235 钢材, 抗弯强度为 $f(\text{N}/\text{mm}^2)$ 。钢梁安装方式为水平简支, 计算跨度为 $L_0(\text{mm})$ 、受压翼缘宽度为 $b_1(\text{mm})$ 、翼缘厚度为 $t_1(\text{mm})$ 、腹板厚度为 $d(\text{mm})$ 、截面高度 $h(\text{mm})$ 、截面回转半径为 $i_y(\text{mm})$ 、截面模量为 $W_x(\text{mm}^2)$ 、强度折减系数为 k 、屈服强度为 $f_y(\text{N}/\text{mm}^2)$ 、自重为 $g(\text{N}/\text{m})$ 。标准盖板自重经称量为 $q_0(\text{N}/\text{m})$ 。

B.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} 采用式(B.1)计算:

$$M_{\max} = (1/8)q_{\max}L_0^2 \quad (\text{B.1})$$

按 GB 50017-2003 中 4.1 规定, 钢梁截面上的设计弯矩 M_x 应符合式(B.2)要求。

$$M_x / (\gamma_x W_x) \leq kf \quad (\text{B.2})$$

式中, 对于工字形截面 $\gamma_x=1.05$, 当梁受压翼缘自由外伸宽度之比大于 $13\sqrt{235/f_y}$ 而不超过 $15\sqrt{235/f_y}$ 时, $\gamma_x=1.0$

由式(B.2), 钢梁截面上的设计弯矩极限值 $M_{\text{极限}}$ 应采用式(B.3)计算:

$$M_{\text{极限}} = k\gamma_x W_x f \quad (\text{B.3})$$

根据 6.5.5 的规定, $M_{\max}=M_{\text{极限}}\times 60\%$, 由式(B.1)和式(B.3)推出均布荷载 q_{\max} :

$$q_{\max} = 4.8k\gamma_x W_x f / L_0^2 \quad (\text{B.4})$$

B.3 稳定性验证

B.3.1 验证原则

按 GB 50017-2003 中 4.2.1 规定, 若 $L_0/b_1 > 13$, 则应计算梁的整体稳定性。

B.3.2 稳定系数的计算

按 GB 50017-2003 中 B.5 规定, 对于均匀弯曲的受弯构件:

(1) 当 $\lambda_y < 120\sqrt{235/f_y}$ 时, 对于双轴对称的工字形截面 (含 H 型钢), 其稳定系数 φ_b 可式(B.5)计算。

$$\varphi_b = 1.07 - \frac{\lambda_y^2}{44000} \cdot \frac{f_y}{235} \quad (\text{B.5})$$

式中: $\lambda_y = L_0 / i_y$

(2) 当 $\lambda_y \geq 120\sqrt{235/f_y}$ 时, 其稳定系数 φ_b 应按 GB 50017-2003 中 B.1 和 B.2 的规定进行计算, 并且当计算所得的 $\varphi_b > 0.6$ 时, 应采用式(B.6)对其进行修正计算。

$$\varphi'_b = 1.07 - 0.282 / \varphi_b \quad (\text{B.6})$$

B.3.3 验证条件

按 GB 50017-2003 中 4.2.2 规定, 在处于整体稳定的条件下, 钢梁截面上的最大弯矩 M_{\max} 应符合式(B.7)的要求。

$$M_{\max} \leq k_f \varphi_b W_x \quad (\text{B.7})$$

当稳定系数经过修正后, 应采用 φ'_b 代替式(B.7)中的 φ_b 。

若不符合以上验证条件, 应按 GB 50017-2003 中 4.2 规定, 以梁的整体稳定性计算均布荷载 q_{\max} 。

B.4 加载量计算

依据 6.5.5 的规定, 试件的实际加载量 F 采用式(B.8)计算:

$$F = (q_{\max} - g - q_0) L_0 \quad (\text{B.8})$$

附录 C 钢结构（防火涂装）分项工程检验批质量

验收表

编号：

钢结构（防火涂料涂装）分项工程检验批质量验收

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部）工程名称		分项工程名称		
施工单位		项目负责人		检验批容量		
分包单位		分包单位项目负责人		检验批部位		
施工依据			验收依据			
主控项目	验收项目		设计要求及标准规定	最小/实际抽样数量	检查记录	检查结果
	1	产品进场	第 5.3.6 条			
	2	涂装基层验收	第 7.2.1 条			

	3	强度试验	第 7.2.2 条			
	4	涂层厚度	第 7.2.3 条			
	5	表面裂纹	第 7.2.4 条			
一般项目	1	产品进场	第 5.3.7 条			
	2	基层表面	第 5.1.4 条			
	3	涂层表面质量	第 7.1.1 条			
施工单位检查结果	<p style="text-align: right;">专业工长： 项目专业质量检查员： 年 月 日</p>					
监理单位验收结论	<p style="text-align: right;">专业监理工程师： 年 月 日</p>					

附录 D 钢结构（防火涂装）检验批质量验收

记录表

钢结构防火涂装检验批质量验收记录

单位（子单位） 工程名称		分部（子分部）工 程名称		分项工程 名称	
施工单位		项目负责人		检验批容 量	
分包单位		分包单位 项目负责人		检验批部 位	
施工依据			验收依据		
验收项目	本规程 要求	抽样数量	检查内容	检查结果	
型式检验报告 或型式试验报 告	4.1		报告类型		
是否采用环氧 类防锈漆	4.3		是否采用		
耐火极限要求 及涂料选型	4.4		耐火极限/涂层厚度/涂料 型号		
检验报告已载 明加网	4.7		工程中是否加网		
			加网材料及规格		
检验报告未载 明加网，但对 于涂层较厚或 钢结构几何尺	4.7		涂层厚度		
			构件尺寸		
			工程中是否加网		
			加网材料及规格		

寸较大的工况是否加网					
防火涂料进场检验		5.3		黏结强度	
				耐水性	
				耐火极限	
防锈漆进场检验及配套性试验		5.4		是否发生化学反应	
防锈漆损坏处理		5.5		是否处理及处理措施	
镀锌构件涂装前处理		5.5		是否处理及处理措施	
涂层厚度控制		7.2		涂层最薄处的厚度	
				平均涂装厚度及允差	
裂纹数控制	膨胀型涂层	7.2		涂层厚度/裂纹宽度/裂纹数量	
	非膨胀型涂层			裂纹宽度/裂纹数量	
施工单位检查结果		专业工长： 项目专业质量检验员： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>			
监理单位验收结论		专业监理工程师： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>			
备注					

附录 E 非膨胀型防火涂料涂层厚度测定方法

E.1 测针与侧视图应符合下列规定：

1 测针（厚度测量仪）由针杆和可滑动的圆盘组成，圆盘始终保持与针杆垂直，并在其上装有固定装置，圆盘直径不大于30mm，以保证完全接触被测试件的表面。如果厚度测量仪不易插入测试材料中，也可使用其他适宜的方法测试。

2 测试时，将侧厚探针（图 E.1）垂直插入防火涂层直至钢材表面上，记录标尺读数。

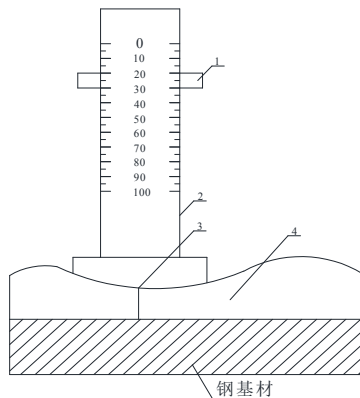


图 E.1 测厚度示意

1—标尺；2—刻度；3—测针；4—防火层

E.2 测点选定应符合下列规定：

1 楼板和防火墙的防火涂层厚度测定，可选两相邻纵、横轴线相交中的面积为一个单元，在其对角线上，按每米长度选一点进行测试。

2 全钢框结构的梁和柱防火涂层厚度测定，在构件长度内每隔3m取一截面，按图 E.2 所示位置测试。

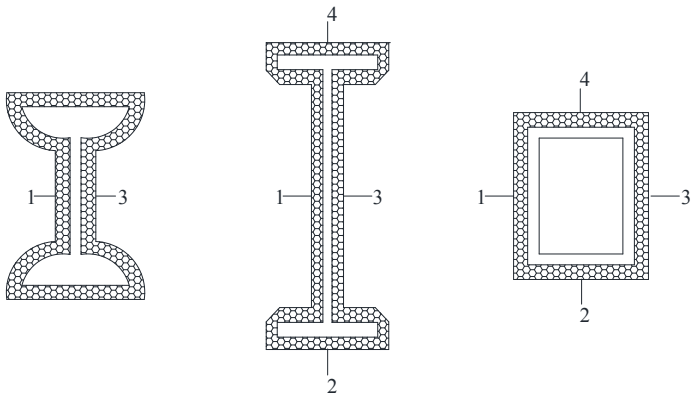


图 E.2 测点示意

3 桁架结构，上弦和下弦按第 2 条的规定每隔 3m 取一截面检测，其他腹杆每根取一截面检测。

E.3 对于楼板和墙面，在所选择的面积中，至少测出 5 个点；对于梁和柱在所选择的位置中，分别测出 6 个和 8 个点。分别计算出这些测量结果的平均值，精确到 0.5mm。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的有关规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 706 热轧型钢
- 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 4327 消防技术文件用消防设备图形符号
- GB/T 5907.1 消防词汇 第 1 部分：通用术语
- GB 8624 建筑材料及制品燃烧性能分级
- 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 9978.2 建筑构件耐火试验方法 第 2 部分：耐火试验试件受火作用均匀性的测量指南 英文标准名称
- 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 11263 热轧 H 型钢和剖分 T 型钢
- GB 12441 饰面型防火涂料
- GB/T 14522 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 14907 钢结构防火涂料
- GB 15930 建筑通风和排烟系统用防火阀门
- GB/T 34681 色漆和清漆 涂料配套性和再涂性的测定
- GB 50016 建筑设计防火规范（2018 年版）
- GB 50017 钢结构设计标准
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 51249 建筑钢结构防火技术规范

GB 55006 钢结构通用规范

GB 55037 建筑防火通用规范

JG/T 415 建筑防火涂料有害物质限量及检测方法

XF/T 110 建筑构件用防火保护材料通用要求

DG/TJ 08-008 建筑钢结构防火技术规程

XF/T 714 构件用防火保护材料快速升温耐火试验方法

T/CECS 24 钢结构防火涂料应用技术规程

钢结构防火涂料应用技术规程

条文说明

目 次

1 总则.....	54
2 术语和符号.....	55
3 分类、耐火性能分级和型号.....	56
4 防火涂装设计.....	57
4.1 一般规定.....	57
4.3 防腐底漆的选择.....	57
4.4 防火涂料的选择.....	58
4.5 防火保护措施.....	61
4.7 防火涂料添加网.....	64
5 施工控制.....	66
5.1 一般要求.....	66
5.3 防火涂料进场检验.....	66
5.4 防腐底漆与防火涂料配套性检验.....	67
5.5 受损防腐底漆的修复方法和镀锌部件的预处理.....	67
5.6 应用条件和方法.....	67
7 质量验收.....	69
7.2 质量控制项目.....	69
7.3 施工质量不符合规定的处理方法.....	70
7.4 工程验收文件.....	71

1 总 则

1.0.1 钢结构构件防火涂料的涂装存在防锈漆及防火涂料选用不当、涂层较厚及钢结构几何尺寸较大时不加网施工、质量控制不力及验收标准不统一等问题，以至于涂装后难以达到设计要求。钢结构防火涂料涂装作为提高钢结构构件耐火性能的一种主要方式，必须制定出在设计、选型、施工和验收等方面具有可操作性的应用技术规程，统一各环节的技术要求。

2 术语和符号

2.0.1 本条给出了钢结构防火涂料的定义，采用了现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907的相应内容。

2.0.3 本条对钢管混凝土柱给出了定义。一般的钢梁和钢柱，在承重条件下，其自身的耐火极限约15min，未加保护的钢管混凝土柱的耐火极限可以达到60min左右，因此，需对钢管混凝土柱做出具体说明。

3 分类、耐火性能分级和型号

3.1 本条规定了钢结构防火涂料的分类，以便于设计、施工时的选型。环氧类钢结构防火涂料属于膨胀型钢结构防火涂料，因此将膨胀型钢结构防火涂料分为环氧类膨胀型钢结构防火涂料和非环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

4 防火涂装设计

4.1 一般规定

4.1.1 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016、《建筑钢结构防火技术规范》GB51249 和其他一些规范对各种工况下结构构件的耐火极限已做出了相应的规定，在设计中应结合具体情况，给出各部位钢结构构件的耐火极限。

4.1.4 现行国家标准《建筑设计防火规范》GB50016 中规定了各种类型的构件耐火极限的最低要求，本条对柱间支撑、钢板剪力墙及楼盖支撑等构件的耐火极限做了补充规定。

4.1.7 工程实践中，有的设计单位既规定了构件的耐火极限，又规定了涂层的厚度，这是不恰当的。对于同样的耐火极限，当设计厚度和型式检验报告或型式试验报告载明的厚度不一致时，应将型式检验报告或型式试验报告载明的厚度作为能够满足钢结构防火要求的防火涂层厚度。

4.3 防腐底漆的选择

4.3.1 目前钢结构防腐底漆常用的品种分别适用于如下情况：

(1) 环氧富锌底漆：环氧富锌底漆具有干燥快、防腐性能优越，附着力强，耐水等优点，可作为中、长耐久性涂层的底漆使用；

(2) 聚氨酯底漆：聚氨酯底漆的特点是适应性和综合性很好，吸附能力强，耐化学品的防腐、防腐蚀能力强，用于机床、电子仪器、电机等防腐使用；

(3) 醇酸底漆：醇酸底漆保护性能好、机械性能好、填充能力强，能够很好的与各种强溶剂面漆配合使用；

(4) 环氧酯底漆：环氧酯底漆有着强大的粘着性、具有良好的

防锈性能、柔韧性和耐冲击性能可用于中、长耐久涂层的底漆使用；

(5) 氯磺化底漆：氯磺化底漆是氯磺化聚乙烯底漆的简称，在钢铁基材和混凝土水泥层有着良好的耐久性和防酸、碱、盐等化学物质腐蚀的特性，而且具有干燥速度快，在低温和湿度较高的情况下也能正常固化。

4.3.2 防锈层与防火层兼容是钢结构防火保护的技术难题之一。钢结构涂装构造包括防锈漆涂装、防火涂层涂装及防火涂料面漆涂装，防锈漆涂装一般在钢结构制作企业车间内完成。实际工程中，为了节约成本，大量钢结构企业选用调和漆作为防锈漆，工程实践表明，调和漆漆膜附着力差，容易引起防火涂层的空鼓、脱落，因此本规程建议采用环氧类涂料作为防锈漆。实践表明，膨胀型防火涂料宜选用双组分环氧类防锈漆，非膨胀型防火涂料宜选用磷酸锌环氧类防锈漆。

4.4 防火涂料的选择

4.4.1 本条对钢结构防火涂料的选用作了规定。

1 非膨胀型防火涂料以膨胀蛭石、膨胀珍珠岩、矿物纤维等无机绝热材料为主，配以无机黏结剂制成，隔热性能、黏结性能良好且物理化学性能稳定、使用寿命长，具有较好的耐久性，应优先选用。但非膨胀型防火涂料的涂层强度较低、表面外观较差，更适宜用于隐蔽构件。

2 膨胀型防火涂料以有机高分子材料为主。随着时间的延长，这些有机材料可能发生分解、降解、溶出等不可逆反应，使涂料“老化”失效，出现粉化、脱落或膨胀性能下降。目前尚无直接评价膨胀型防火涂料老化速度及寿命标准的量化指标，只能从涂料的综合性能来判断其使用寿命的长短。不过有两点可以确定：一是非膨胀型防火涂料寿命比膨胀型防火涂料寿命长；二是涂料

所处的环境条件越好，其使用寿命越长。所以本规范对膨胀型防火涂料的使用范围给予一定的限制。

膨胀型钢结构防火涂料含有的黏结剂、催化剂、发泡剂、成炭剂多为有机物质，涂层遇火后涂料中的有机物质发生一系列的物理化学反应，迅速膨胀，形成致密的蜂窝状碳质泡沫组成隔热层。但随着时间的延长，部分有机物质存在发生分解、降解、溶出等不可逆过程，使涂料“老化”失效，出现粉化、脱落，涂层耐久性性能较差，性能衰减明显，试验表明，5年内，耐火极限衰减21.7%。非膨胀型钢结构防火涂料是以多孔轻质绝热材料（如蛭石、珍珠岩、矿物纤维等）为骨料和黏结剂配制而成，由于主要成分基本上由无机物构成，涂层的物理化学性能稳定，使用寿命长，已有应用20余年的工程尚未发现失效的情况。因此，对耐火性能要求较高的场所和构件，不宜选用非环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

环氧类钢结构防火涂料由于具有优良的黏结性能、耐候性能及防火性能，因此不对使用场所进行限制。

3 室外、半室外钢结构的环境条件比室内钢结构更为严酷、不利，对膨胀型防火涂料的耐水性、耐冷热性、耐光照性、耐老化性要求更高。国内某大型体育场雨棚钢结构采用某膨胀型防火涂料，在10年后出现涂层老化、性能下降及脱落等现象。

4 应特别注意防火涂料与防腐涂料的相容性问题，尤其是膨胀型防火涂料，因为它与防腐油漆同为有机材料，可能发生化学反应。在不能出具第三方证明材料证明“防火涂料、防腐涂料相容”的情况下，应委托第三方进行试验验证。膨胀型防火涂料、防腐油漆的施工顺序为：防腐底漆、防腐中间漆、防火涂料、防腐面漆，在施工时应控制防腐底漆、中间漆的厚度，避免由于防腐底漆、中间漆的高温变性导致防火涂层的脱落，避免因面漆过厚、过硬而影响膨胀型防火涂料的发泡膨胀。

4.4.2 全钢结构的高层建筑，火灾风险危害较大，当设计耐火极限大于 1.50h 时，宜选用非膨胀型钢结构防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

对于多层钢结构厂房，有的标准或规范要求涂料选型与全钢结构的高层建筑相同，工程实践中比较难以做到，建议适当放宽，除可选用非膨胀型钢结构防火涂料外，非环氧类膨胀型钢结构防火涂料亦可选用。

4.4.3 除钢管混凝土柱除外，设计耐火极限大于 200h 的构件应采用非膨胀型钢结构防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料，此规定在北京、上海等地已实施多年，反映良好。

4.4.4 在火灾引起的高温环境下，普通钢结构构件的耐火极限通常在 15min 左右。与之不同的是钢管混凝土柱中的混凝土填充材料具有吸热与蓄热的作用，可以延缓钢管壁的升温过程，高温下钢材机械性能发生软化时，柱承担的内力可以通过重分布由温度相对较低的核心混凝土继续承载。因此，钢管混凝土柱具有较高的耐火极限。试验结果表明，(1)直径 600mm 火灾荷载比 0.45 的无保护实心钢管混凝土柱耐火极限达到了 70min；(2)直径 600mm 火灾荷载比 0.45 的钢管混凝土柱，当非环氧类膨胀型防火涂料厚度在 116mm~608mm 时，耐火时间大于 180min，且钢管混凝土柱的钢管壁温度能够有效控制在 300℃~600℃，低于判定钢管混凝土柱承载力失效的临界温度，同时试验结束时膨胀型涂层对试件的包覆基本完整。

由于钢管混凝土柱自身的耐火极限较高，采用非环氧类膨胀型防钢结构火涂料涂层作为防火保护措施的钢管混凝土柱能够达到 2.00h 以上的耐火极限。因此，膨胀型钢结构防火涂料及非膨胀型钢结构防火涂料均可选用。

4.4.6 室外或露天工程的钢结构，环境条件苛刻，应选用室外钢结构防火涂料。

4.4.7 石化工程用钢结构可能存在喷射火或爆炸风险，因此应选用非膨胀型钢结构防火涂料或环氧类膨胀型钢结构防火涂料。

4.5 防火保护措施

4.5.1 本条规定了钢结构防火保护措施的要求和选用原则。设计应立足于防火保护有效的前提下，针对现场具体条件，考虑构件的承载形式、空间位置及环境因素等，选择施工简便、易于保证施工质量的防火保护措施。

钢结构防火保护措施应和其他施工、作业相匹配。选用防火保护措施时，一方面应考虑不影响前续已完工的施工及后续施工，另一方面还应保证后续施工不影响防火保护的性能。例如，膨胀型防火涂料应与防腐底漆、防腐面漆相容（防腐涂料、防火涂料由里及外的顺序依次为：防腐底漆，防腐中间漆，膨胀型防火涂料，防腐面漆）。为了保证膨胀型防火涂料膨胀不受影响，防腐面漆不应过硬，构件外部应留有足够的膨胀空间，也不应包裹防火毡等。

4.5.2 本条规定了可用于钢结构防火保护的常用措施。外包防火材料是绝大部分钢结构工程采用的防火保护方法。根据防火材料的不同，又可分为：喷涂（抹涂、刷涂）防火涂料，包覆防火板，包覆柔性毡状隔热材料，外包混凝土、砂浆或砌筑砖砌体，复合防火保护等，表 1 给出了这些方法的特点及适用范围。

喷涂（抹涂、刷涂）防火涂料：在钢构件表面涂覆防火涂料，形成隔热防火保护层，这种方法施工简便、重量轻，且不受钢构件几何形状限制，具有较好的经济性和适应性。长期以来，喷涂防火涂料一直是应用最多的钢结构防火保护手段。

表 1 钢结构防火保护方法的特点及适用范围

序号	方法	特点及适用范围
1	喷涂防 (a) 膨胀型（薄	重量轻、施工简便，适用 宜用于设计耐火极

	火涂料	型、超薄型)	于任何形状、任何部位的构件,应用广,但对涂敷的基底和环境条件要求严。用于室外、半室外钢结构时,应选择合适的产品	限要求低于 1.5h 的钢构件和要求外观好、有装饰要求的外露钢结构
		(b) 非膨胀型 (厚型)		耐火性好、防火保护效果好
2	包覆防火板		预制性好,完整性优,性能稳定,表面平整、光洁,装饰性好,施工不受环境条件限制,特别适用于交叉作业和不允许湿法施工的场所	
3	包覆柔性毡状隔热材料		隔热性好,施工简便,造价较高,适用于室内不易受机械伤害和免受水湿的部位	
4	复合防火保护	1(b)+2	有良好的隔热性和完整性、装饰性,适用于耐火性能要求高,并有较高装饰要求的钢柱钢梁	
		1(b)+3		

钢结构防火涂料的品种较多,根据高温下涂层变化情况分非膨胀型和膨胀型两大类(表 2);另外,按涂层厚薄、成分、施工方法及性能特征不同可进一步分成不同类别。原国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907-2002 根据涂层使用厚度将防火涂料分为超薄型(小于或等于 3mm)、薄型(大于 3mm,且小于或等于 7mm)和厚型(大于 7mm)防火涂料三种。

表 2 防火涂料的分类

类型	代号	涂层特性	主要成分	说明
膨胀型	B	遇火膨胀,形成多孔碳化层,涂层厚度一般小于 7mm	有机树脂为基料,还有发泡剂、阻燃剂、成炭剂等	又称超薄型、薄型防火涂料
非膨胀型	H	遇火不膨胀,自身有良好的隔	无机绝热材料(如膨胀蛭石、	又称厚型防火涂料

		热性，涂层厚 7mm~50mm	飘珠、矿物纤维)为主，还有 无机黏结剂等	
--	--	--------------------	-------------------------	--

非膨胀型防火涂料，国内称厚型防火涂料，其主要成分为无机绝热材料，遇火不膨胀，其防火机理是利用涂层固有的良好的绝热性以及高温下部分成分的蒸发和分解等烧蚀反应而产生的吸热作用，来阻隔和消耗火灾热量向基材的传递，延缓钢构件升温。非膨胀型防火涂料一般不燃、无毒、耐老化、耐久性较可靠，适用于永久性建筑中的钢结构防火保护。非膨胀型防火涂料涂层厚度一般为 7mm~50mm，对应的构件耐火极限可达到 0.5h~3.0h。

非膨胀型防火涂料可分为两类：一类是以矿物纤维为主要绝热骨料，掺加水泥和少量添加剂、预先在工厂混合而成的防火材料，需采用专用喷涂机械按干法喷涂工艺施工；另一类是以膨胀蛭石、膨胀珍珠岩等颗粒材料为主要绝热骨料的防火涂料，可采用喷涂、抹涂等湿法施工。矿物纤维类防火涂料的隔热性能良好，但表面疏松，只适合于完全封闭的隐蔽工程，另外干式喷涂时容易产生细微纤维粉尘，对施工人员和环境的保护不利。目前国内大量推广应用非膨胀型防火涂料主要为湿法施工：一是以珍珠岩为骨料，水玻璃（或硅溶胶）为黏结剂，属双组分包装涂料，采用喷涂施工；另一类是以膨胀蛭石、珍珠岩为骨料，水泥为黏结剂的单组分包装涂料，到现场只需加水拌匀即可使用，能喷也能抹，手工涂抹施工时涂层表面能达到光滑平整。水泥系防火涂料中，密度较高的品种具有优良的耐水性和抗冻融性。

膨胀型防火涂料，国内称超薄型、薄型防火涂料，其基料为有机树脂，配方中还含有发泡剂、阻燃剂、成碳剂等成分，遇火后自身会发泡膨胀，形成比原涂层厚度大数倍到数十倍的多孔碳质层。多孔碳质层可阻挡外部热源对基材的传热，如同绝热屏障。膨胀型防火涂料在一定程度上可起到防腐中间漆的作用，可在外

面直接做防腐面漆，能达到很好的外观效果（在外观要求不是特别高的情况下，某些产品可兼作面漆使用）。采用膨胀型防火涂料时，应特别注意防腐涂料、防火涂料的相容性问题。膨胀型防火涂料在设计耐火极限不高于 1.5h 时，具有较好的经济性。目前国际上也有少数膨胀型防火涂料产品，能满足设计耐火极限 3.0h 的钢构件的防火保护需要，但是其价格较高。

非膨胀型防火涂料为无机材料，耐久性、耐老化性能良好。膨胀型防火涂料中有机高分子成分高，耐老化问题可能较为突出。

4.7 防火涂料添加网

4.7.1 在涂层中加网，可以有效减少涂层开裂，增加涂料的使用年限，本条规定了防火涂料型式检验报告或型式试验报告标明在防火涂料检测过程中防火涂层内有加网情况，工程应用时应加网施工且加网的材料和规格应与型式检验报告或型式试验报告一致。

在工程实践中，对于结构尺寸太小的构件或者因空间狭小加网困难的构件，可以采用在钢结构表面密植保温钉的方式代替加网措施。

4.7.2 本条规定了即便防火涂料型式检验报告或型式试验报告未标明在防火涂料检测过程中防火涂层内有加网情况，但因涂层较厚，涂层可能开裂、空鼓，建议采取加网施工措施。

4.7.3 防火涂料的检验是“标准试验”，现行国家标准《钢结构防火涂料》GB14907 选用了两种试验基材，分别是工 36 热轧工字钢和 HN400×200 型钢，其几何尺寸见表 3。

表 3 试验基材的尺寸(mm)

序号	型号/名称	腹板或腰高度	翼缘或腿宽度
1	工 36b 热轧工字钢	360	138
2	HN400×200 窄翼缘 H 型钢	400	200

从表 3 可得知，试验用钢结构最大尺寸 400mm，因此，构件施工面宽度（高度或直径）大于 500mm 时，应加网施工。

4.7.7 HC 火灾或 RABT 火灾强度较高，当实际工程所用钢结构构件尺寸大于《钢结构防火涂料》GB 14907 所采用的标准构件尺寸时，需要加网施工。

4.7.8 本条规定了加网施工时加网的材质，工程实践表明，热镀锌铁丝网、耐碱玻璃纤维布或碳纤维网可以有效提高涂层的耐火性能和耐久性能。

5 施工控制

5.1 一般要求

5.1.1 施工单位应根据具体工况和产品施工工艺要求，制定出可行的施工作业指导书并严格执行，施工过程中，应对施工过程做出详细记录。

5.1.2 随着科学技术的发展，新材料、新产品日益增多，由于规范的制定具有一定的滞后性，为了保证新材料、新产品得到应用，在通过实验获得可靠数据或有实验证明的前提下，征得设计部门同意，是可以采用的，就施工过程而言，应按照设计文件的规定施工。

5.3 防火涂料进场检验

5.3.4 进场检验是按照本规程和国家标准 GB14907 做全项检验或仅作重要项目（属于 A 类缺陷的项目）检验，由供货方、业主及监理单位协商决定。现行国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907 中，将防火涂料的耐火极限、黏结强度、耐水性认定为 A 类缺陷，任何一项不合格，就判定为防火涂料不合格。由于钢结构防火涂料耐火试验检验周期太长，宜将 100t 的膨胀型钢结构防火涂料和 500t 的非膨胀型钢结构防火涂料作一次耐火性能检验，同一个企业在同一个工程使用的同一规格型号的涂料，只需要作一次耐火检测。

5.4 防腐底漆与防火涂料配套性检验

5.4.4 本条“无机富锌防锈漆的黏结强度不应小于 3MPa”是根据现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的有关规定提出的。

5.4.5 防火涂料和防锈漆之间可能发生化学反应，出现溶胀、咬底、起皱、变色等缺陷，影响防锈漆与钢结构和防火涂层的黏结性，因此需要按现行国家标准《色漆和清漆 涂料配套性和再涂性的测定》GB/T 34681 规定的方法进行防火涂料与防锈漆的配套性试验。

5.5 受损防腐底漆的修复方法和镀锌部件的预处理

5.5.1、5.5.2 防锈漆涂装一般在钢结构制作企业完成，防火涂装是在钢结构安装完毕后再进行涂装施工，在钢结构运输、安装过程中，防锈漆的损坏不可避免，因此应在防火涂料施工前，对损坏的防锈漆进行防锈处理。

5.5.3 镀锌构件表面光滑，防火涂料不容易附着在镀锌层上，在涂装防火涂料前，需要在镀锌钢构件表面采取涂刷环氧磷酸锌等措施，以增强镀锌层与防火涂层的附着力。

5.6 应用条件和方法

5.6.2 钢结构防火涂料施工方法有：

1 刷涂：

1) 使用优质天然纤维漆刷或人造毛漆刷，其尺寸和刷毛软硬程度应与所使用的涂料相配；

2) 刷涂时，层间应纵横交错，每层往复进行，涂匀为止。如果刷毛掉进涂层中要进行剔除、补刷。

2 滚涂：

- 1) 根据涂料类型及表面粗糙度，选择绒毛长度合适的滚筒；
- 2) 滚涂时，层间应纵横交错，每层往复进行，涂匀为止。

3 高压无气喷涂：

1) 根据涂料的施工粘度和被涂工件的大小合理选用无气喷涂设备和喷嘴；

2) 操作时，喷枪与工件的距离宜 250~400mm；喷枪尽量垂直于工件表面；相邻喷涂带上应有三分之一重叠。

4 刮涂：

1) 使用金属或非金属刮刀，如硬胶皮片、玻璃钢刮刀、牛角刮刀等进行涂刮；

2) 每次涂抹厚度不应大于 10mm，宜为 5~7mm 涂料施工时，根据构件的大小、复杂程度等可采取一种或多种方法相结合的施工方法。无论采取哪种施工方法，均应先进行试涂，试涂合格后，方可全面展开施工。

5.6.3 在室外钢结构防火涂料表面施加防火涂料面漆，可以防止雨水渗透入防火涂层内。

7 质量验收

7.2 质量控制项目

7.2.3 本条规定了防火涂层厚度允许偏差。T/CECS 24 规定：对于膨胀型钢结构防火涂料涂层，有的标准要求“厚度允许偏差为设计厚度的 $\pm 5\%$ ，且不大于 $\pm 0.2\text{mm}$ ”，国家防火建材质量监督检验中心及国家消防及阻燃产品质量监督检验中心等检测机构、相关施工企业及监理单位认为很难做到，因此，T/CECS 24 稍微放宽，规定“非环氧类膨胀型防火涂料涂层最薄处的厚度不得小于设计厚度的 85%；平均厚度允许偏差应为设计厚度的 $\pm 10\%$ ，且不应大于 $\pm 0.2\text{mm}$ 。环氧类膨胀型防火涂料涂层最薄处的厚度不得小于设计厚度的 85%；平均厚度允许偏差应为设计厚度的 $\pm 10\%$ ，且不应大于 $\pm 0.3\text{mm}$ ”。鉴于涂层厚度对防火涂料的防护效果的影响重大，必须从严要求。本规程采用 GB50205 的相关规定。

7.2.4 T/CECS 24 规定：膨胀型（薄涂型）防火涂料涂层裂纹宽度不应大于 0.5mm，且任意 1m 内不得多于 1 条；当涂层厚度小于或等于 3mm 时，涂层裂纹宽度不应大于 0.1mm；非膨胀型防火涂料涂层裂纹宽度不应大于 0.5mm，在任意 300mm \times 150mm 范围内裂纹数不得多于 3 条。而 GB 50205 规定：膨胀型（超薄型）防火涂料涂层表面不应出现裂纹；膨胀型（薄涂型）防火涂料表层裂纹宽度不应大于 0.5mm；非膨胀型防火涂料涂层表面裂纹宽度不应大于 1.0mm。本规程对于膨胀型（超薄型）防火涂料涂层裂纹控制按照 GB50205 要求执行；膨胀型（薄涂型）防火涂料涂层裂纹宽度控制，由于 T/CECS 24 规定更为详细，且便于执行，本规程按照此规定执行。非膨胀型防火涂料涂层裂纹宽度，T/CECS 24

也较 GB50205 更为严格且详细，故也采纳 T/CECS 24 规定。

7.3 施工质量不符合规定的处理方法

7.3.2 本条根据国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300-2013 的规定，给出了当施工质量不符合要求时的处理方法，这些不同的验收处理方式是为了适应我国目前的技术发展水平，在保证钢结构防火安全和基本使用功能的条件下，避免造成不必要的经济损失和资源浪费，非正常情况的处理，分以下三种情况：

(1) 在检验批验收时，其技术性能不能满足本规程的规定时，应及时返工重做，允许施工单位在采取相应的措施后重新验收，如果能够符合本规程的规定，则认为该检验批合格；

(2) 当个别检验批发现原材料质量等不能满足要求，且缺陷程度比较严重，或验收方对质量看法有较大分歧而难以通过协商解决时，应委托具有资质的检验单位检测，并给出检验结论，当检测结果能够达到设计要求时，该检验批可通过验收；

(3) 一般情况下，现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 给出的数据是钢结构防火安全的最低限度要求，而设计一般在此基础上留有一些余量，不满足设计要求和符合规范的要求，两者并不矛盾。对于经检验鉴定达不到设计要求，但经原设计单位核算仍能满足钢结构防火要求的情况，该检验批可以通过验收。

7.4 工程验收文件

7.4.2 对验收文件存档的要求，不仅是为了落实在设计使用年限内的责任，而且在有必要进行维护、修理、检测或改变使用功能时，可以提供有效的依据。