

中国石油和化工勘察设计协会团体标准

T/HGJ XXXXX—202X

化工装置钢结构防火涂料工程技术标准

Technical standard of fire-retardant coatings
for steel structures in chemical process plants

（征求意见稿）

202X—XX—XX 发布

202X—XX—XX 实施

中国石油和化工勘察设计协会 发布

目 次

1	总则	(1)
2	术语	(2)
3	基本规定	(3)
3.1	防火保护要求	(3)
3.2	防腐蚀要求	(4)
4	设计规定	(6)
4.1	防火保护范围和耐火极限要求	(6)
4.2	防火涂料的选用	(7)
4.3	防火涂层厚度要求	(7)
4.4	防火涂层构造要求	(8)
5	材料	(10)
5.1	质量要求	(10)
5.2	质量检验	(12)
5.3	贮存和保管	(13)
6	防火涂层的施工	(14)
6.1	一般规定	(14)
6.2	涂装施工	(14)
7	防火涂层的质量检验	(17)
7.1	一般规定	(17)
7.2	质量检验	(18)
8	工程验收	(20)
9	维护检测	(21)
10	施工安全和环境保护	(25)
10.1	施工安全	(25)
10.2	环境保护	(26)

附录 A 钢结构防火保护检验批质量验收记录	(27)
附录 B 钢结构防火保护分项工程质量验收记录	(28)
本标准用词说明	(29)
引用标准名录	(30)
附：条文说明	(31)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms	(2)
3	Basic requirements	(3)
3.1	Fire protection requirements	(3)
3.2	Anti-corrosion requirements	(4)
4	Design regulations	(6)
4.1	Fire protection range and fire resistance limit requirements	(6)
4.2	Selection of fire-retardant coatings	(7)
4.3	Fireproof layer thickness requirements	(7)
4.4	Fireproof layer construction requirements	(8)
5	Material	(10)
5.1	Quality requirements	(10)
5.2	Quality inspection	(12)
5.3	Storage and custody	(13)
6	Application of fireproof layer	(14)
6.1	General requirements	(14)
6.2	Coating application	(14)
7	Quality inspection of fireproof layer	(17)
7.1	General requirements	(17)
7.2	Quality inspection	(18)
8	Acceptance of project	(20)
9	Maintenance inspection	(21)
10	Application safety and environmental protection	(25)
10.1	Application safety	(25)
10.2	Environmental protection	(26)

Appendix A Quality acceptance record of inspection batches of

fire protection for steel structure -----	(27)
Appendix B Quality acceptance record of sub-item project of	
fire protection for steel structure -----	(28)
Explanation of wording in this standard -----	(29)
List of quoted standards -----	(30)
Addition: Explanation of provisions -----	(31)

1 总则

1.0.1 为了提高化工装置钢结构防火涂料工程设计、施工及验收的技术水平，保证工程质量，防止和减少火灾危害，保护人身和财产安全，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于化工装置新建、改建和扩建的建筑物和构筑物钢结构防火涂料工程的设计、施工及验收。

1.0.3 当需要修改设计、材料代用或采用新材料时，必须征得设计单位的同意，并由设计单位出具设计变更文件。

1.0.4 化工装置钢结构防火涂料工程的设计、施工及验收，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 化工装置 chemical process plant

一个或一个以上相互关联的化工工艺单元的组合。

2.0.2 钢结构防火涂料 fire-retardant coatings for steel structure

施涂于建筑物或构筑物的钢结构表面,能形成耐火隔热保护层以提高钢结构耐火极限的涂料。

2.0.3 膨胀型钢结构防火涂料 expansive fire-retardant coatings for steel structure

施涂于建筑物或构筑物的钢结构表面,涂层在高温时膨胀发泡,形成耐火隔热保护层的防火涂料。

2.0.4 非膨胀型钢结构防火涂料 non-expansive fire-retardant coatings for steel structure

施涂于建筑物或构筑物的钢结构表面,涂层在高温时不膨胀发泡,其自身成为耐火隔热保护层的防火涂料。

2.0.5 特种钢结构防火涂料 special fire-retardant coatings for steel structure

施涂于特殊建筑物或构筑物的钢结构表面,适用于烃类火灾的防火涂料。

2.0.6 涂装 painting

将涂料涂覆于钢结构表面形成具有防护、装饰或特定功能涂层的过程。

3 基本规定

3.1 防火保护要求

3.1.1 厂房、仓库的火灾危险性和耐火等级，应符合现行国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016 的有关规定。

3.1.2 设备和管架承重钢结构构件的耐火极限，应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 和《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283 的有关规定。

3.1.3 当对钢结构进行耐火承载力极限状态的耐火验算时，应符合现行国家标准《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249 的有关规定。

3.1.4 钢结构防火涂料的分类应符合表 3.1.4 的规定。

表 3.1.4 钢结构防火涂料的分类

划分方式	类别	使用功能
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）筑物的钢构件
	特种钢结构防火涂料	用于特殊建（构）筑物的钢构件
使用场所	室内钢结构防火涂料	用于建筑物室内或隐蔽工程的钢构件
	室外钢结构防火涂料	用于建筑物室外或露天工程的钢构件
分散介质	水基性钢结构防火涂料	以水作为分散介质，用于有环境保护要求的钢构件
	溶剂性钢结构防火涂料	以有机溶剂作为分散介质，主要在膨胀型钢结构防火涂料范围中应用
防火机理	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，用于耐火极限要求小于或等于 2.00h 的钢构件
	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，用于耐火极限要求小于或等于 3.00h 的钢构件

3.1.5 用于钢结构构件防护的防火涂料，除应符合现行国家标准的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1 应具有产品质量证明文件及产品认证文件。产品质量证明文件应包括产品合格证、出厂检验报告和型式检验报告。
- 2 应经国家检测机构检验合格。

3.1.6 钢结构防火涂料工程应由具有相应资质的施工单位或生产单位进行施工。

3.1.7 钢结构防火涂料工程的施工质量验收，应采用经计量检定、校准合格的计量器具。

3.2 防腐蚀要求

3.2.1 钢结构的腐蚀性分级应按现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的有关规定进行划分。

3.2.2 当钢结构构件采用防火涂料进行防火保护时，应对钢结构表面进行防腐蚀处理。

3.2.3 钢结构表面处理等级划分应符合下列规定：

- 1 喷射或抛射清理等级应分为 Sa1 级、Sa2 级、Sa2½级和 Sa3 级。
- 2 动力工具或手工工具清理等级应分为 St2 级和 St3 级。

3.2.4 钢结构表面涂装前应符合现行国家标准《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第 1 部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1 的有关规定。

3.2.5 钢结构表面处理方法宜采用喷射或抛射清理。当无法进行喷射或抛射清理时，可采用动力工具或手工工具清理。

3.2.6 钢结构表面防腐蚀涂层的基体表面处理等级应符合表 3.2.6 的规定。

表 3.2.6 防腐蚀涂层的基体表面处理等级

涂料类别	基体表面处理等级
环氧富锌、无机富锌底涂料	Sa2½
环氧类底涂料	Sa2 或 St3

注：喷射或抛射清理后的基体表面粗糙度不得大于防腐蚀涂层设计厚度的 1/3。

3.2.7 防腐蚀涂料的施工环境温度宜为 10℃～30℃，相对湿度不宜大于 80%；被涂覆的基体表面温度应比露点温度高 3℃。

3.2.8 钢结构表面处理后宜在 4h 内涂覆防腐蚀底层涂料,当发现返锈或污染时,应重新进行表面处理。

4 设计规定

4.1 防火保护范围和耐火极限要求

4.1.1 厂房、仓库钢结构构件的防火保护应符合下列规定：

- 1 厂房、仓库钢结构构件的设计耐火极限不应低于表 4.1.1 的规定。

表 4.1.1 厂房、仓库钢结构构件的设计耐火极限 (h)

钢构件名称	耐火等级			
	一级	二级	三级	四级
柱、柱间支撑	3.00	2.50	2.00	0.50
楼面梁、楼面桁架、楼盖支撑、吊车梁	2.00	1.50	1.00	0.50
楼板	1.50	1.00	0.75	0.50
屋顶承重构件、屋盖支撑、系杆	1.50	1.00	0.50	不要求
上人平屋面板	1.50	1.00	不要求	不要求
室内疏散楼梯	1.50	1.00	0.75	不要求

2 一级、二级耐火等级的单层厂房、仓库的柱，其设计耐火极限可按本标准表 4.1.1 的规定降低 0.50h。

3 一级耐火等级的单层、多层厂房、仓库设置自动喷水灭火系统时，其屋顶承重构件的设计耐火极限可按本标准表 4.1.1 的规定降低 0.50h。

4 厂房、仓库钢构件的耐火极限验算低于设计耐火极限时，应采取防火保护措施。

5 钢结构节点的耐火极限应与被连接构件中耐火极限最高者相同。

6 动力站装置中的燃煤主厂房、贮煤库、运煤栈桥及转运站的钢构件防火保护措施应符合现行国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229 的有关规定。

4.1.2 设备与管架承重钢结构的防火保护应符合下列规定：

1 室外设备与管架承重钢结构的防火保护范围及耐火极限应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160 的有关规定。

2 精细化工企业厂房、仓库内的设备与管架承重钢结构，其防火保护范围和耐火极限应符合现行国家标准《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283的有关规定。其他化工装置厂房、仓库内的设备与管架承重钢结构，其防火保护范围和耐火极限应符合现行国家标准《石油化工企业设计防火标准》GB 50160的有关规定。

3 除另有要求外，设备承重钢结构的下列部位可不覆盖耐火层：

- 1) 构架平台及设备平台的楼板、顶板、镂空的钢格栅板；
- 2) 设备构架或平台间的钢梯，连接各设备平台的天桥、开敞连廊；
- 3) 承重钢构架、支架及管架中用于支承楼板、钢格板的梁；
- 4) 承重钢构架、支架及管架中不直接承受或传递设备、管道垂直荷载的次梁、联系梁；
- 5) 承重钢构架、支架及管架中仅用于抵抗风和地震荷载的支撑。

4.2 防火涂料的选用

4.2.1 用于钢构件的防火涂料应根据火灾类型、使用环境、耐火极限和材料性能等要求选用。

4.2.2 防火涂料的选用应符合下列规定：

- 1 钢结构防火涂料的耐火极限应符合本标准第 4.1.1 条和第 4.1.2 条的规定。
- 2 石油化工设施、变配电站和其他在生产、储存、使用过程中采用易燃、易爆物质的建（构）筑物，其钢构件应选用特种钢结构防火涂料。
- 3 室内裸露钢结构或薄壁型钢构件宜选用膨胀型钢结构防火涂料。
- 4 室外环境或室内潮湿环境的钢构件应选用室外钢结构防火涂料。
- 5 设计耐火极限大于 2.00h 的钢构件不应选用膨胀型钢结构防火涂料。
- 6 对于不能停产的化工装置或在通风不良的施工环境中的建（构）筑物，其钢构件宜选用水基性钢结构防火涂料。

4.3 防火涂层厚度要求

4.3.1 膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于 1.5mm。

4.3.2 非膨胀型钢结构防火涂料的涂层厚度不应小于 15mm。

4.3.3 防火涂料的涂层厚度、耐火时间的确定均应采用国家认定检测机构出具的型式检验报告作为依据。

4.4 防火涂层构造要求

4.4.1 钢构件采用膨胀型防火涂料保护的涂层构造应符合下列规定：

1 在强、中腐蚀环境下，防火涂层的构造应包括防腐蚀底涂层、防腐蚀中间涂层、防火涂层、防腐蚀面涂层。

2 在弱、微腐蚀环境下，防火涂层的构造应包括防腐蚀底涂层、防火涂层。处于室外环境或室内潮湿环境中的膨胀型防火涂层宜增加防护面层。

3 膨胀型防火涂料与基层的粘结强度不应低于 0.15MPa。

4 膨胀型防火涂料的涂装厚度超过 2mm 时，宜在涂装至总厚度的 1/2 时粘贴玻璃纤维网格布。

5 膨胀型防火涂层下方的防腐蚀底涂层厚度不宜小于 60 μ m，防腐蚀底涂层和防腐蚀中间涂层的总厚度不宜大于 150 μ m。

6 不应采用对防火涂料膨胀性能有不良影响的面涂层。防腐蚀面涂层厚度不应大于 100 μ m，其厚度可按本标准表 4.4.3 确定。

4.4.2 钢构件采用非膨胀型防火涂料保护的涂层构造应符合下列规定：

1 在强、中腐蚀环境下，涂层构造应包括防腐蚀底涂层、防腐蚀中间涂层、防火涂层、防腐蚀面涂层。

2 在弱、微腐蚀环境下，涂层构造应包括防腐蚀底涂层、防火涂层。

3 非膨胀型防火涂料与基层的粘结强度不应低于 0.04MPa。

4 非膨胀型防火涂料有下列情况之一者，宜在涂层与钢构件之间设置相连接的镀锌铁丝网：

1) 构件承受冲击、震动荷载；

2) 防火涂料的粘结强度小于或等于 0.05MPa；

3) 涂层厚度大于 25mm。

5 镀锌铁丝网的规格宜采用直径为 ϕ 0.5mm $\sim$ ϕ 1.5mm、网孔为 20mm $\times$ 20mm $\sim$ 50mm $\times$ 50mm。

4.4.3 在钢构件防火涂层上覆盖的防腐蚀面涂层厚度可按表 4.4.3 确定。

表 4.4.3 钢构件防火涂层上的防腐蚀面涂层

防腐蚀等级	膨胀型钢结构防火涂料	非膨胀型钢结构防火涂料
-------	------------	-------------

强	防腐蚀面涂层厚度 $80\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$	1. 耐碱防腐蚀面涂层厚度 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$; 2. 聚合物水泥浆两遍
中	防腐蚀面涂层厚度 $60\mu\text{m}\sim 80\mu\text{m}$	1. 耐碱防腐蚀面涂层厚度 $40\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$; 2. 聚合物水泥浆两遍
弱、微	在室外环境和室内潮湿环境下,宜设防腐蚀面涂层,厚度 $40\mu\text{m}\sim 60\mu\text{m}$	可不设防腐蚀面涂层

注: 1 在非膨胀型防火涂层粗糙表面上覆盖防腐蚀面涂层时,可先用与面层涂料同类的腻子局部找平。

2 表中有多种防护措施的,防腐蚀面涂层可根据腐蚀性介质的性质和作用程度、构件的重要性等因素选用其中一种。

3 聚合物水泥浆可选用氯丁胶乳水泥浆、聚丙烯酸酯乳水泥浆或环氧乳液水泥浆。

4.4.4 用于钢构件表面的防腐蚀底涂层、防腐蚀中间涂层、防腐蚀面涂层的选用及配套应符合现行国家标准《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046 的有关规定。

4.4.5 用于钢构件表面的防腐蚀底涂层、防腐蚀中间涂层、防腐蚀面涂层均应与防火涂层相配套,并应具有良好的结合力。

5 材料

5.1 质量要求

5.1.1 防火涂料应具有产品使用说明书，产品使用说明书的内容应包括产品储存、施工环境、施工工艺等技术要求。

5.1.2 室内钢结构防火涂料的理化性能应符合表 5.1.2 的规定。

表 5.1.2 室内钢结构防火涂料的理化性能

序号	检验项目	技术指标		试验方法
		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	GB 14907
2	干燥时间（表干），h	≤12	≤24	GB 14907
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	GB 14907
4	粘结强度，MPa	≥0.15	≥0.04	GB 14907
5	抗压强度，MPa	—	≥0.3	GB 14907
6	干密度，kg/m ³	—	≤500	GB 14907
7	隔热效率偏差，%	±15	±15	GB 14907
8	PH 值	≥7	≥7	GB 14907
9	耐水性	24h 试验后，涂层应无起层、发泡、脱落现象，且隔热效率衰减量应≤35%	24h 试验后，涂层应无起层、发泡、脱落现象，且隔热效率衰减量应≤35%	GB 14907
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	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	GB 14907

		应 $\leq 35\%$	应 $\leq 35\%$	
--	--	---------------	---------------	--

注：隔热效率偏差只作为出厂检验项目；PH 值只适用于水基性钢结构防火涂料。

5.1.3 室外钢结构防火涂料的理化性能应符合表 5.1.3 的规定。

表 5.1.3 室外钢结构防火涂料的理化性能

序号	检验项目	技术指标		试验方法
		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	GB 14907
2	干燥时间（表干），h	≤ 12	≤ 24	GB 14907
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 $\leq 0.5\text{mm}$	GB 14907
4	粘结强度，MPa	≥ 0.15	≥ 0.04	GB 14907
5	抗压强度，MPa	—	≥ 0.5	GB 14907
6	干密度， kg/m^3	—	≤ 650	GB 14907
7	隔热效率偏差，%	± 15	± 15	GB 14907
8	PH 值	≥ 7	≥ 7	GB 14907
9	耐曝热性	720h 试验后，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	720h 试验后，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	GB 14907
10	耐湿热性	504h 试验后，涂层应无起层、脱落现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	504h 试验后，涂层应无起层、脱落现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	GB 14907
11	耐冻融循环性	15 次试验后，涂层应无开裂、脱落、起泡现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	15 次试验后，涂层应无开裂、脱落、起泡现象，且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	GB 14907

12	耐酸性	360h 试验后, 涂层应无起层、脱落、开裂现象, 且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	360h 试验后, 涂层应无起层、脱落、开裂现象, 且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	GB 14907
13	耐碱性	360h 试验后, 涂层应无起层、脱落、开裂现象, 且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	360h 试验后, 涂层应无起层、脱落、开裂现象, 且隔热效率衰减量应 $\leq 35\%$	GB 14907
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 $\leq 35\%$	GB 14907
15	耐紫外线辐照性	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 $\leq 35\%$	GB 14907

注: 隔热效率偏差只作为出厂检验项目; PH 值只适用于水基性钢结构防火涂料。

5.1.4 钢结构防火涂料的耐火性能应符合设计文件的规定。

5.1.5 钢结构防火涂料涂层实干后不应有刺激性气味。

5.2 质量检验

5.2.1 防火涂料产品进入施工现场后, 应进行抽样检验。抽样检验时, 应由施工单位、涂料生产厂家及监理或建设单位三方在现场见证取样, 送有资质的检测机构进行复检, 复检合格后方可使用。

5.2.2 防火涂料产品进场后的抽样检验应符合下列规定:

- 1 抽样检验的数量应按涂料产品施工进货的生产批次确定, 每一批次应抽检一次。
- 2 检验项目应包括粘结强度、抗压强度等技术指标, 并应符合设计文件和国家现行有关产品标准的规定。
- 3 当抽样检验结果为不合格时, 该生产批次的涂料产品不得使用。

5.2.3 防火涂料的品种、规格型号和理化性能应符合设计文件和国家现行有关产品标准的规定。

5.3 贮存和保管

5.3.1 防火涂料产品在运输时应防止雨淋、曝晒，在装卸时应轻拿轻放，不得抛掷。

5.3.2 防火涂料产品应存放在通风、干燥的仓库内。

5.3.3 防火涂料应按品种、规格型号分类存放。在保管中应根据涂料的品种，分别设置防潮、防水、防冻和防火等设施。

5.3.4 防火涂料应在产品贮存期内使用。

6 防火涂层的施工

6.1 一般规定

6.1.1 钢结构防火涂料工程的施工准备应符合下列规定：

- 1 设计文件及相关技术文件应齐全，施工图纸已会审。
- 2 应编制施工方案，并已获批准；应对施工人员进行技术和安全交底。
- 3 施工人员应接受安全教育和技术培训，且经考核合格。
- 4 施工用水、电、气应能满足施工需求。
- 5 施工机具应配备合理，且经调试、试运转正常；计量器具应配备齐全，且处于合格状态。
- 6 防火涂料已进入现场，并应检验合格。
- 7 钢结构的制作和安装工作应全部完成，并经检验合格后办理交接手续。
- 8 钢结构的基体表面处理及防腐蚀底涂层和中间涂层已施工完毕，并应检验合格。

6.1.2 钢结构防火涂料施工的环境温度和相对湿度应符合产品使用说明书的要求。环境温度宜为 5℃～35℃，相对湿度不宜大于 80%，作业场所应通风良好。当风速大于 5m/s、雨雪天或钢构件表面有结露时，不应进行室外作业。

6.1.3 在钢结构防火涂料喷涂施工前应先进行试喷涂，经确认无误后，方可开始大面积喷涂施工。

6.1.4 在进行钢结构防火涂料喷涂施工时，对钢构件周围已经安装完成的不需要作防火保护的管道、墙面、门窗及其他设施应采取遮盖保护措施。

6.1.5 钢结构防火涂料的施工，应在保证不被后续工程所损坏的条件下进行。当对室内钢结构进行防火保护施工时，应在室内装修之前进行。

6.1.6 施工完毕后的钢结构防火涂层，在涂料产品使用说明书规定的养护期内，不应暴晒、雨淋、磕碰和被其他工序破坏。

6.2 涂装施工

6.2.1 钢结构防火涂层施工应在钢结构防腐蚀底涂层和中间涂层的质量检验合

格后进行，钢结构防火涂料涂装的基层应符合下列规定：

- 1 防腐涂层的层数和厚度应符合设计文件的规定。
- 2 防腐涂层应牢固完整、固化完全，无锈蚀和破损。
- 3 防腐涂层表面的灰尘、油脂和污物应清理干净，在涂覆防火涂料前应保持干燥和洁净。
- 4 在防火涂料施工前，防腐涂层表面宜使用砂纸进行打毛处理。

6.2.2 施工完成的钢结构防火涂层厚度应符合设计文件规定的耐火极限要求。

6.2.3 膨胀型钢结构防火涂料的施工应符合下列规定：

- 1 膨胀型钢结构防火涂料宜采用喷涂方法进行施工。当采用重力式喷枪喷涂时，喷涂压力宜为 0.4MPa~0.6MPa；当采用高压无气喷涂时，喷涂压力应大于 20MPa。喷涂施工时，喷嘴应垂直于构件表面，喷枪应平行移动，运行速度应保持一致。
- 2 局部修补或小面积施工时，可采用刷涂、滚涂或抹涂方法进行。
- 3 双组份的涂料，应按产品使用说明书的要求进行配制，并应搅拌均匀；单组份的涂料，应搅拌均匀后方可使用。涂料的粘稠度应为喷涂时无流挂现象，必要时可用稀释剂调整涂料的粘稠度。
- 4 喷涂施工应分层进行。涂料应按产品使用说明书规定的施工间隔进行涂覆，应待涂层基本干燥固化后再喷涂下一遍涂层。每遍涂层的喷涂厚度应按产品使用说明书的要求执行，直至达到规定厚度。
- 5 在喷涂施工过程中，应及时检测防火涂层的厚度。
- 6 当设计要求防火涂层表面平整时，应对最后一遍防火涂层作抹平处理。
- 7 施工后的防火涂层应完整、厚度均匀、色泽一致，不应出现漏涂、流挂、粉化、空鼓、起泡、脱落和裂纹等缺陷。

6.2.4 非膨胀型钢结构防火涂料的施工应符合下列规定：

- 1 非膨胀型钢结构防火涂料宜采用压送式喷涂机进行喷涂施工，当空气压力为 0.4MPa~0.6MPa 时，喷枪口直径宜为 6mm~10mm。也可采用手工抹涂方法进行施工。
- 2 在进行非膨胀型钢结构防火涂料施工前，当设计规定需要焊接锚固件时，应先打磨除去焊接部位的防腐底涂层和中间涂层，再进行焊接工作。焊接完成

后应将焊缝部位清理干净，并涂刷防腐蚀底层涂料和中间层涂料。

3 涂料的配制应按产品使用说明书规定的配合比进行，并应搅拌均匀。双组份的涂料，应先将液体组份放入搅拌器内搅拌 3min~5min，再加入粉料，并按配合比加入水后搅拌均匀，搅拌时间宜为 10min 以内；单组份的涂料，应在使用前搅拌均匀，不得加水稀释。配制好的涂料应在规定时间内用完。

4 涂料的施工应分层进行。每遍涂层的施工厚度宜为 5mm~10mm，前一遍涂层基本干燥固化后方可进行下一遍涂层的施工，直至达到规定厚度。当采用喷涂方法进行施工时，第一遍涂层的喷涂厚度宜为 4mm~5mm，以后各遍涂层的喷涂厚度不宜超过 10mm；当采用手工抹涂方法进行施工时，每遍涂层的抹涂厚度不宜大于 8mm。

5 在施工过程中，应及时检测防火涂层的厚度。

6 防火涂层的拐角可做成直角形或半径为 10mm 左右的圆弧形。

7 当设计要求防火涂层表面平整时，应对最后一遍防火涂层作抹平处理。

8 施工后的防火涂层应完整、厚度均匀，无漏涂、流挂、粉化、空鼓和脱落等缺陷。允许出现裂纹的宽度不应大于 0.5mm、数量不应大于 3 条，且是非贯穿性裂纹。

6.2.5 当防火涂层表面需要防腐蚀面涂层时，防腐蚀面层涂料的施工应符合下列规定：

1 防腐蚀面层涂料的施工应在钢结构防火涂层的质量检验合格后进行。

2 钢结构防火涂层应固化完全，表面应干燥、洁净，无灰尘和污物。

3 防腐蚀面层涂料可采用刷涂、滚涂或喷涂方法进行施工。

4 施工后的防腐蚀面涂层的层数和厚度应符合设计文件规定，表面应均匀一致，且应无流挂和漏涂。

7 防火涂层的质量检验

7.1 一般规定

7.1.1 钢结构防火涂料工程的施工质量验收可划分为检验批和分项工程。

7.1.2 检验批可根据钢结构安装工程的检验批来进行划分，一个检验批内的钢结构防火涂料应相同。

7.1.3 钢结构防火涂料工程作为钢结构安装工程的一个分项工程，可由一个或若干个检验批组成。

7.1.4 检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目应符合本标准的规定。
- 2 一般项目每项抽检的处（点）均应符合本标准的规定；允许偏差项目每项抽检的点数中，应有不小于 80%的实测值在本标准规定的允许偏差范围内，且不合格点不得影响使用。
- 3 质量控制资料应齐全。

7.1.5 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 分项工程所含检验批均应合格。
- 2 分项工程所含检验批的质量控制资料应齐全。

7.1.6 钢结构防火涂料工程质量验收记录应符合下列规定：

- 1 钢结构防火保护检验批质量验收记录应符合本标准附录 A 的规定。
- 2 钢结构防火保护分项工程质量验收记录应符合本标准附录 B 的规定。

7.1.7 当钢结构防火涂料工程质量不符合本标准的规定时，应按下列规定进行处理：

- 1 经返工或返修的检验批应重新进行验收。
- 2 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，应予以验收。
- 3 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钢结构防火要求的检验批，可予以验收。
- 4 通过返工或返修后仍不能满足防火要求的钢结构防火保护分项工程，严

禁验收。

7.1.8 钢结构防火涂料工程的施工质量验收应按检验批、分项工程依次进行。

7.1.9 检验批的质量验收应在施工单位自检合格的基础上，由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织施工单位项目专业质量检查员、项目专业技术负责人进行验收。

7.1.10 分项工程的质量验收应在检验批质量验收合格的基础上，由监理工程师（建设单位项目专业技术负责人）组织施工单位项目专业质量检查员、项目专业技术负责人进行验收。

7.2 质量检验

I 主控项目

7.2.1 钢结构防火涂料的质量应符合本标准第 5.2.1 条～第 5.2.3 条的规定。

检验方法：检查产品质量证明文件和现场抽样的复检报告。

7.2.2 施工后的钢结构防火涂层厚度不得小于规定厚度。

检查数量：按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。

检验方法：采用测厚仪、测厚针检查。

7.2.3 钢结构防火涂料施工后的抗裂性指标应符合国家现行有关产品标准的规定。膨胀型钢结构防火涂料涂层不应出现裂纹；非膨胀型钢结构防火涂料涂层允许出现 1～3 条裂纹，其宽度不应大于 0.5mm。

检查数量：按构件数抽查 10%，且同类构件不应少于 3 件。

检验方法：观察和尺量检查。

II 一般项目

7.2.4 钢结构防火涂料的施工环境条件应符合本标准第 6.1.2 条的规定。

检查数量：全部检查。

检验方法：检查施工记录。

7.2.5 钢结构防火涂料施工前，基层表面不应有灰尘、油脂和污物。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察检查。

7.2.6 施工后的钢结构防火涂层应完整、厚度均匀，且应无漏涂、流挂、粉化、空鼓和脱落等缺陷。

检查数量：全部检查。

检验方法：观察检查。

8 工程验收

8.0.1 钢结构防火涂料工程完工后，建设单位应组织设计、监理和施工单位进行交工验收，未经验收合格，不得投入生产使用。

8.0.2 交工验收时，建设单位应检查和确认下列内容：

- 1 施工范围和内容应符合合同规定。
- 2 工程质量应符合设计文件和本标准的规定。

8.0.3 交工验收时，施工单位应向建设单位提交下列资料：

- 1 防火涂料的产品质量证明文件和现场抽样的复检报告；
- 2 设计变更文件；
- 3 施工技术文件；
- 4 隐蔽工程记录；
- 5 施工记录；
- 6 返工或返修记录；
- 7 质量验收记录。

9 维护检测

9.0.1 为确保化工装置钢结构防火涂层的可靠性，应对其外观和粘结强度等进行维护检测。外观检测应包括对剥落、开裂、起泡等的检测；粘结强度检测应包括采用拉拔法或划叉法进行的检测。

9.0.2 钢结构防火涂层的维护周期应符合下列规定：

1 防火涂层完工后应定期进行外观维护检测，基于不同腐蚀环境及不同防火涂料类型，应按表 9.0.2 规定的检测频率进行外观检测。

表 9.0.2 检测频率

腐蚀环境	防火涂料类型	检测频率
强	水泥基、石膏基	施工后 3 年进行首次，然后每 2 年进行一次
	丙烯酸类	施工后 2 年进行首次，然后每 2 年进行一次
	环氧类	施工后 5 年进行首次，然后每 3 年进行一次
中	水泥基、石膏基	施工后 5 年进行首次，然后每 2 年进行一次
	丙烯酸类	施工后 3 年进行首次，然后每 2 年进行一次
	环氧类	施工后 8 年进行首次，然后每 3 年进行一次
弱、微	水泥基、石膏基	施工后 8 年进行首次，然后每 3 年进行一次
	丙烯酸类	施工后 5 年进行首次，然后每 3 年进行一次
	环氧类	施工后 10 年进行首次，然后每 5 年进行一次

2 防火涂层完工后应定期进行粘结强度维护检测，基于不同腐蚀环境及不同防火涂料类型，应按表 9.0.2 规定的检测频率进行粘结强度检测。

9.0.3 钢结构防火涂层的检测方法应按现行国家标准《色漆和清漆 涂层老化的评级方法》GB/T 1766 执行，并应符合下列规定：

1 对于外观的检测方法，应采用目视检测，所有区域应做 100%的检测。

2 对于粘结强度的检测方法，应采用拉拔法，检测点位数量应符合表 9.0.3 的规定。

表 9.0.3 粘结强度的检测点位数量

区域防火涂层总面积 (m ²)	点位数量检测频率 (点/m ²)	总检测点位数量 (点)
0~500	1 点/50m ²	10
500~1000	1 点/100m ²	5~10
1000~2500	1 点/200m ²	5~13
2500~5000	1 点/300m ²	8~17
>5000	1 点/500m ²	>10

9.0.4 对钢结构防火涂层外观的评价应符合下列规定：

1 剥落面积应为 0 级，剥落大小应为 S0 级，等级评判应符合表 9.0.4-1 和表 9.0.4-2 的规定。

表 9.0.4-1 剥落面积等级

等级	剥落面积 (%)
0	0
1	≤0.1
2	≤0.3
3	≤1
4	≤3
5	>15

表 9.0.4-2 剥落大小等级

等级	剥落大小 (最大尺寸)
S0	10 倍放大镜下无可见剥落
S1	≤1mm
S2	≤3mm
S3	≤10mm
S4	≤30mm
S5	>30mm

2 开裂数量不应超过 2 级，开裂大小不应超过 S2 级，等级评判应符合表 9.0.4-3 和表 9.0.4-4 的规定。

表 9.0.4-3 开裂数量等级

等级	开裂数量
----	------

0	无可见的开裂
1	很少几条，小的几乎可以忽略的开裂
2	少量，可以察觉的开裂
3	中等数量的开裂
4	较多数量的开裂
5	密集型的开裂

表 9.0.4-4 开裂大小等级

等级	开裂大小
S0	10 倍放大镜下无可见开裂
S1	10 倍放大镜下才可见开裂
S2	正常视力下目视刚可见开裂
S3	正常视力下目视清晰可见开裂
S4	基本达到 1mm 宽的开裂
S5	超过 1mm 宽的开裂

3 起泡密度不应超过 2 级，起泡大小不应超过 S3 级，等级评判应符合表 9.0.4-5 和表 9.0.4-6 的规定。

表 9.0.4-5 起泡密度等级

等级	起泡密度
0	无泡
1	很少，几个泡
2	有少量泡
3	有中等数量的泡
4	有较多数量的泡
5	密集型的泡

表 9.0.4-6 起泡大小等级

等级	起泡大小（直径）
S0	10 倍放大镜下无可见的泡
S1	10 倍放大镜下才可见的泡
S2	正常视力下刚可见的泡

S3	<0.5mm 的泡
S4	0.5mm~5mm 的泡
S5	>5mm 的泡

4 对于剥落、开裂或起泡，外观缺陷超过允许级别的区域应进行维护修补。

9.0.5 对钢结构防火涂层粘结强度的评价应符合下列规定：

1 采用拉拔法检测时，膨胀型钢结构防火涂料涂层的粘结强度不应低于 0.15MPa，非膨胀型钢结构防火涂料涂层的粘结强度不应低于 0.04MPa。

2 粘结强度低于相应要求的区域，钢结构防火涂层应进行清除并做修缮处理。

10 施工安全和环境保护

10.1 施工安全

10.1.1 工程施工前应进行危险源的辨识和风险评价，并应制定相应的安全控制措施。

10.1.2 施工前，应对作业人员进行安全培训及安全技术交底，未接受安全技术交底或安全培训不合格的人员不得从事施工作业。

10.1.3 施工人员应遵守建设单位相关部门的安全规章制度。

10.1.4 施工人员进入作业场所，应按规定佩戴安全帽、安全带、工作服、工作鞋、防护眼镜等防护用品。进行喷涂作业的操作人员，必须佩戴防护服、防护（防毒）面具或面罩、防护鞋、防护手套等防护用品。

10.1.5 当涂装作业高度超过 2m 时，进行高处作业的施工人员必须正确系挂安全带；当安全带无处系挂时，应设置安全绳。高处作业时，作业人员不得随意往下抛掷任何物品。

10.1.6 从事特种作业的施工人员必须持证上岗，非特种作业人员不得从事相关特种作业。

10.1.7 施工用特种设备应通过法定检测机构的定期检验，并应在检定周期内使用。未经检验或定期检验不合格的特种设备，不得使用。

10.1.8 防火涂料应存放在专用库房内，其储存应满足产品使用说明书的要求。库房内应阴凉干燥、通风良好，并应配备消防器材。

10.1.9 施工机具用电应由专业电工进行电源接设，并应定期进行检查。

10.1.10 施工用电安全应符合国家现行标准《国家电气设备安全技术规范》GB 19517 和《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定。

10.1.11 在进行喷涂施工时，作业场所应设置警戒区，并应放置警示标志。未经允许，无关人员不得进入作业场所。

10.1.12 施工用脚手架搭设完毕，应经安全部门人员验收合格后方可使用。

10.1.13 作业人员接触有毒、有害物质，发生恶心、呕吐、头昏等症状时，应送

至新鲜空气场所休息或送医院诊治。

10.1.14 作业场所有害气体和粉尘的浓度应符合现行国家标准《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》GBZ 2.1的有关规定。

10.1.15 涂装作业人员应定期体检，体检合格后方可从事涂装作业。

10.2 环境保护

10.2.1 工程施工前应进行环境因素的辨识和风险评价，并应制定相应的环境保护控制措施。

10.2.2 施工前，应将制定的环境保护控制措施对作业人员进行技术交底。

10.2.3 施工现场应保持清洁有序，并应按建设单位和地方环保部门的有关规定，保护好现场环境。

10.2.4 储存、运输或装卸易产生粉尘的材料时，应采取遮盖措施或其他防护措施。

10.2.5 施工现场的搅拌场所应采取封闭、降尘措施。

10.2.6 当进行表面清理作业时，应采取防扬尘措施。

10.2.7 喷涂施工时，作业场所周围应采取防止喷涂产生的涂料颗粒扩散造成空气污染的措施。

10.2.8 施工现场的主要道路应定期进行洒水，对进入施工现场的车辆应进行限速行驶。

10.2.9 施工中产生的废弃材料、包装物、建筑垃圾等固体废物应及时清理、堆放到现场指定地点，并应及时清运出场。

10.2.10 使用或维修施工机械时，应采取防滴漏油措施，不得将废弃油料直接滴漏于地面。

10.2.11 废弃的涂料、溶剂、油料和其他化学品等危险废物应盛装在密闭的容器内，并应集中放置在现场专用场所。各类危险废物应按地方环保部门的有关规定统一进行回收和处置，不得随意丢弃。

10.2.12 施工现场严禁焚烧各类废弃物。

附录 A 钢结构防火保护检验批质量验收记录

表 A 钢结构防火保护检验批质量验收记录

单位工程名称							
分部工程名称							
分项工程名称				验收部位及数量			
施工单位				项目技术负责人		项目负责人	
验收执行标准							
设计要求及质量验收标准规定			施工单位检查记录			建设（监理） 单位验收记录	
主 控 项 目	1						
	2						
	3						
	4						
一 般 项 目	1						
	2						
	3						
	4						
施工单位检查结果			项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日				
建设（监理）单位验收结论			建设单位项目专业技术负责人 （监理工程师）： 年 月 日				

附录 B 钢结构防火保护分项工程质量验收记录

表 B 钢结构防火保护分项工程质量验收记录

单位工程名称					
分部工程名称					
分项工程名称				检验批数量	
施工单位			项目技术负责人		项目负责人
序号	检验批名称	施工单位检查结果		建设（监理）单位验收结论	
说明：					
施工单位 检查结论		项目专业质量检查员： 项目专业技术负责人： 年 月 日			
建设（监理）单位 验收结论		建设单位项目专业技术负责人 （监理工程师）： 年 月 日			

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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用词：

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用词，采用“可”。

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

引用标准名录

- 《建筑设计防火规范》GB 50016
- 《工业建筑防腐蚀设计标准》GB/T 50046
- 《石油化工企业设计防火标准》GB 50160
- 《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229
- 《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252
- 《工业建筑涂装设计规范》GB/T 51082
- 《建筑钢结构防火技术规范》GB 51249
- 《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283
- 《色漆和清漆 涂层老化的评级方法》GB/T 1766
- 《涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级》GB/T 8923.1
- 《钢结构防火涂料》GB 14907
- 《国家电气设备安全技术规范》GB 19517
- 《工作场所有害因素职业接触限值 第1部分：化学有害因素》GBZ 2.1
- 《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46
- 《石油化工钢结构防火保护技术规范》SH 3137

中国石油和化工勘察设计协会团体标准

化工装置钢结构防火涂料工程技术标准

T/HGJ XXXXX—202X

条文说明

目 次

1	总则	(33)
2	术语	(34)
3	基本规定	(35)
3.1	防火保护要求	(35)
3.2	防腐蚀要求	(35)
4	设计规定	(36)
4.1	防火保护范围和耐火极限要求	(36)
4.2	防火涂料的选用	(36)
4.4	防火涂层构造要求	(37)
5	材料	(40)
5.1	质量要求	(40)
5.2	质量检验	(40)
6	防火涂层的施工	(41)
6.1	一般规定	(41)
6.2	涂装施工	(41)
7	防火涂层的质量检验	(43)
7.1	一般规定	(43)
7.2	质量检验	(44)
8	工程验收	(45)
9	维护检测	(46)
10	施工安全和环境保护	(47)
10.1	施工安全	(47)
10.2	环境保护	(47)

1 总则

1.0.1 钢结构由于具有抗拉、抗压、抗剪强度较高，构件结构断面小、自重轻，延展性良好、抗震性能好，施工速度快、建设周期短等诸多优点，在化工装置中得到广泛应用。但是钢结构的防火性能较差，在化工装置中运用时必须采取防火保护措施。对于钢结构的防火保护，由于防火涂料施工简单方便，无须复杂的工具即可施工，重量轻、造价低，而且不受构件的几何形状和部位的限制，因而被广泛应用于钢结构的防火保护。本标准的制定是为了规范化工装置钢结构防火涂料工程的设计、施工及验收，确保工程质量，保障钢结构的使用安全。

1.0.3 随着科学技术的发展，新材料的应用日益增多。由于标准的制定往往滞后于材料技术，为了保证新材料得到应用，在通过试验验证或实践证明确实成熟可靠的前提下，新材料是可以采用的，但是必须征得设计单位的同意，并出具设计变更文件后方可采用。

2 术语

2.0.1 化工工艺是能使原料进行化学和物理变换，生产物质产品的同时又能产生附加价值的系统。而化工装置就是为实施化工工艺过程提供必要的场所及条件的硬件设施。

2.0.5 特种钢结构防火涂料在型式试验中采用烃类（HC）火灾升温试验条件，具有耐烃类火灾的性能。由于石油化工装置所发生的火灾绝大多数都是烃类火灾，因此特种钢结构防火涂料主要用于石油化工设施的钢构件防火保护。

3 基本规定

3.1 防火保护要求

3.1.1、3.1.2 本规定明确了厂房、仓库火灾危险性和耐火等级以及设备和管架承重钢结构构件耐火极限确定的依据。钢构件的耐火等级和耐火极限能否达到要求，是关系到钢结构安全的重要指标，须按国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版）、《石油化工企业设计防火标准》GB 50160—2008（2018 年版）和《精细化工企业工程设计防火标准》GB 51283—2020 的有关规定执行。

3.1.4 表 3.1.4 “钢结构防火涂料的分类”是在引用国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018 的相关内容基础上所列。

3.2 防腐蚀要求

3.2.6 本条规定了钢结构表面防腐蚀处理常用的涂料类别及相对应的表面处理等级。表 3.2.6 中常用防腐蚀底涂料所采用的表面处理等级，可满足钢结构表面防腐蚀涂层的要求。

4 设计规定

4.1 防火保护范围和耐火极限要求

4.1.1 本条是对厂房、仓库钢结构构件的防火保护要求。

1 表 4.1.1 的规定与国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版）和《建筑钢结构防火技术标准》GB 51249—2017 的有关规定相一致。

屋盖结构中的檩条，仅对屋面板起支撑作用的，其耐火极限不作要求；若还兼做纵向系杆，对主结构（如屋架）起到侧向支撑作用或者作为横向水平支撑开间的腹杆，其耐火极限应按表 4.1.1 中“屋盖支撑、系杆”的要求取值。

压型钢板-混凝土组合楼板中的压型钢板仅作为施工模板使用时，其耐火极限不作要求；若压型钢板作为组合楼板的受力结构使用时，其耐火极限应按表 4.1.1 中“楼板”的要求取值。

室外疏散钢楼梯及平台的耐火极限应符合国家标准《建筑设计防火规范》GB 50016—2014（2018 年版）的有关规定。

6 化工装置中的动力站装置、煤储运装置一般都是按照国家标准《火力发电厂与变电站设计防火标准》GB 50229—2019 进行防火设计。燃煤主厂房、运煤栈桥、转运站及贮煤库等建（构）筑物的钢结构防火保护范围和耐火极限在该标准中有明确规定。

4.1.2 设备与管架承重钢结构（包括设备承重钢构架、支架、裙座等）的防火保护主要施用于直接承受设备或管道重量的承重钢构件，对于仅承受人员操作的钢平台和构件或承受和传递水平荷载，不直接承受设备或管道重量的钢构件可不采取防火保护。

4.2 防火涂料的选用

4.2.2 本条是对防火涂料的选用要求。

2 石油化工设施以及在生产、储存、使用过程中采用易燃、易爆物质的化工装置所发生的火灾绝大多数都是烃类火灾。烃类火灾与建筑纤维类火灾的主要区别在于升温曲线不同。建筑纤维类火灾在 30min 内火焰温度可达到 700℃～

800℃，而烃类火灾的初期升温速度很快，在 10min 内温度即达到 1000℃以上。特种钢结构防火涂料在型式试验中采用烃类（HC）火灾升温试验条件，与普通钢结构防火涂料相比，特种钢结构防火涂料的粘结力强，机械强度高，耐久性好，具有耐烃类火灾的性能。因此规定处于烃类火灾环境条件下的钢构件应采用特种钢结构防火涂料。

3 根据防火机理的不同，钢结构防火涂料分为膨胀型防火涂料和非膨胀型防火涂料。非膨胀型防火涂料主要成分为无机隔热骨料和胶结剂加化学助剂等配制而成，有隔热耐火功效，一般不燃、无毒、耐老化、耐久性较好，但强度不高，耐冲击性能差，表面粗糙，一般推荐用于隐蔽的钢构件表面。膨胀型防火涂料由有机树脂、发泡剂、阻燃剂、碳化剂等有机材料组成，遇火后发泡膨胀，分解出大量惰性气体，使涂层形成蜂窝状的阻火碳化层，有一定的装饰性，一般推荐用于暴露的钢构件表面。

4 膨胀型防火涂料通常由有机树脂、发泡剂、阻燃剂、碳化剂等有机材料组成，这些材料含有较多的有机高分子成分，随时间推移可能发生分解、降解、溶出等不可逆反应，使涂料膨胀性能下降，甚至老化失效。钢构件处于室外环境或室内潮湿环境，比室内钢结构更为不利，对膨胀型防火涂料的耐水性、耐曝热性、耐湿热性、耐紫外线辐照性等耐久性要求更高。因此室外环境或室内潮湿环境的钢构件应选用具有耐久性能的室外钢结构防火涂料。

5 国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018 规定了防火涂料的耐火性能要求：膨胀型防火涂料的耐火极限要求为 0.50h～2.00h，非膨胀型防火涂料的耐火极限要求为 0.50h～3.00h。此规定与国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018 的有关规定相一致。

6 水基性钢结构防火涂料以水作为分散介质，有机溶剂含量较少，VOC 排放量较低，属环保型涂料，能显著改善作业环境条件，对人和环境的影响程度较小。

4.4 防火涂层构造要求

4.4.1 本条是对膨胀型防火涂层的构造要求。

1 化工装置的生产中普遍存在着各种腐蚀性介质，这些介质对建（构）筑物的构件有不同程度的腐蚀破坏作用。本标准根据国家标准《工业建筑防腐蚀设

计标准》GB/T 50046—2018 的规定，将腐蚀性程度分为 4 级（强、中、弱、微），以便于与有关标准配套使用。

防火涂层下面的防腐蚀涂层一般包括底涂层、中间涂层。底涂层并非是完全封闭的，放大数倍后可发现涂层表面有无数的细小微孔，涂刷中间涂层可增加腐蚀性介质（水汽、氧气、化学物质等）到达底材的难度，起到封闭孔隙、保护底材不发生氧化反应的作用，同时推迟底涂层的老化时间，延长底涂层的寿命。是否设防腐蚀中间涂层，要根据防腐蚀涂料品种而定，有些品种的防腐蚀涂料不需要设中间涂层。另外，有些膨胀型防火涂料（如环氧类防火涂料）在一定程度上可起到防腐蚀中间涂层的作用，也可不设防腐蚀中间涂层。

膨胀型防火涂层的防腐蚀性能与其成分有关。近年来随着技术的进步，出现了一些具有一定防腐蚀性能的防火涂料，如氯化橡胶类、环氧类的防火涂料，设计者可根据国家认定检测机构的相关测试评估报告和产品应用说明酌情选用。

2 膨胀型防火涂料通常由有机树脂、发泡剂、阻燃剂、碳化剂等有机材料组成，这些材料含有较多的有机高分子成分，随时间推移可能发生分解、降解、溶出等不可逆反应，使涂层老化失效，出现粉化、脱落或膨胀性能下降，在室外环境中的耐老化问题尤其突出。在高温及火焰作用下，膨胀型防火涂料的涂层受热达到一定温度后可膨胀 10~50 倍以上，膨胀后在底层与火焰之间形成海绵状碳化层，阻止热量向底层材料传导，同时产生不燃性气体，使底材的燃烧温度和燃烧速度明显降低。上述过程中发泡剂起了非常大的作用，发泡剂是一种助剂，能在涂层受热分解时释放出大量不燃性气体，使涂层发生膨胀形成海绵状细胞结构。发泡剂中含有的三聚氰胺、双氰胺、氧化石蜡、多聚磷酸铵、硼酸铵、双氰胺甲醛树脂等主要成分会随时间推移而衰减，在潮湿环境中衰减尤其严重。因此建议处于室外环境或室内潮湿环境中的膨胀型防火涂层涂刷适当厚度的防护面层，以增加防火涂层的使用耐久性。

4 膨胀型防火涂料涂层在高温及火焰作用下达到一定温度后可膨胀形成海绵状碳化层，阻止热量的传导。考虑到碳化层一般硬度较低且质地松散（特别是丙烯酸类防火涂料），增加玻璃纤维网格布可以保证碳化层的强度和韧性。

5 防腐蚀底涂层的主要作用是屏蔽、隔离腐蚀性介质对钢材的侵蚀，因此需要达到一定厚度以保证防护效果。若防腐蚀底涂层和中间涂层过厚的话，可能

在火灾中遇高温变性，使内聚力失效，导致防火涂层尚未完全膨胀时就脱落，失去防火效果，故宜对防腐蚀底涂层和中间涂层的总厚度予以控制。

6 防腐蚀面涂层可以保护防火涂层不受腐蚀性气体的侵蚀，亦可封闭防火涂层中的有效化学成分，从而提高防火涂层的耐久性。但面涂层过厚会抑制并影响膨胀型防火涂料涂层的发泡，故规定了防腐蚀面涂层的最大厚度。

4.4.2 本条是对非膨胀型防火涂层的构造要求。

4~5 非膨胀型防火涂料涂层由于粘结强度低、厚度厚，容易开裂或脱落，在温差变化大的地区尤其严重，一般情况下加设镀锌铁丝网可以弥补这一不足。

4.4.5 应特别注意防火涂料（尤其是膨胀型防火涂料）与防腐蚀涂料的相容配套问题，因为防火涂料与防腐蚀涂料同为有机材料，可能发生化学反应（物理化学变化）。在不能出具有资质的第三方证明材料确认防火涂料与防腐蚀涂料可以相容的情况下，应委托有资质的第三方进行试验验证。

5 材料

5.1 质量要求

5.1.2、5.1.3 钢结构防火涂料的理化性能数据主要来源于国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018。

5.2 质量检验

5.2.1、5.2.2 作为涉及钢结构安全的材料，防火涂料产品进场后必须进行复检，并经检验合格后方可使用。材料复检是为了保证产品的真实性，由建设单位或监理单位在施工现场抽样并送检的一项制度。

6 防火涂层的施工

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定了在工程开始施工前需要做的准备工作。

2 防火涂料工程的施工方案是确保工程进度、质量、安全的重要手段，施工单位应结合涂料生产厂家的技术要求，认真编制具体可行的施工方案。

3 在防火涂料工程施工前对所有进入现场的施工人员进行安全教育和技术培训，能够使施工人员掌握各项技术要求，并遵守各项安全要求。

7 钢结构的制作和安装工程，对防火涂料工程来说属于隐蔽工程，在防火涂料施工前应全部完成，否则会造成不必要的返工。

8 钢结构防火涂料工程是防腐蚀涂料工程的后续施工，因此规定防火涂料的施工应在钢结构表面防腐蚀涂层检验合格后进行。

6.1.2 环境温度过低或过高、相对湿度过大都会影响涂料在基层表面的附着。风速过大除了造成涂料的浪费外，空气中的灰尘等杂质增多，也会影响涂料的粘结。因此防火涂料的施工环境应遵守本条规定。

6.1.3 钢结构防火涂料以喷涂施工为主，进行试喷涂的目的是为了掌握涂料的施工性能及施工工艺参数。

6.1.4 目的是避免防火涂料施工造成不必要的污染。

6.1.6 目的是为了保证防火涂料产品防火性能的长期可靠性。暴晒或雨淋会使防火涂料产品的防火性能下降，甚至会造成膨胀型防火涂料的防火性能丧失。因此在施工过程中和施工完毕后，应采取有效措施避免防火涂层受到暴晒或雨淋。

6.2 涂装施工

6.2.1 防火涂料的施工应在确保钢结构表面防腐蚀涂层施工质量的基础上进行，这是对钢结构防火涂料施工的最基本要求。

3 目的在于保证防火涂料与基层的粘结性能。灰尘、油污、水分等杂质的存在会影响防火涂料的附着力，甚至可能引起防火涂层的脱落，从而造成质量问题。因此在防火涂料施工前，应将基层表面清理干净。

4 目的是使防腐蚀涂层表面产生一定的粗糙度，以增强防火涂层与防腐蚀涂层之间的结合力。

6.2.2 钢结构防火涂料的涂层厚度是保证防火涂料耐火极限的重要性能指标，故作出本条规定。

6.2.3、6.2.4 按照防火机理的不同，分别规定了膨胀型和非膨胀型钢结构防火涂料的施工要求。防火涂料的施工除应遵守本规定的施工要求外，尚应遵守产品使用说明书的要求。在施工过程中要注意加强过程控制，有利于保证施工质量。

7 防火涂层的质量检验

7.1 一般规定

7.1.2 钢结构防火涂料工程可根据现场实际情况按施工段或楼层等划分为一个或若干个检验批，便于质量验收，及时控制施工质量。

7.1.3 钢结构防火保护分项工程的划分与国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018 的有关规定相符。

7.1.4 本条规定了检验批质量验收合格的要求，即主控项目和一般项目均应检验合格，且资料齐全。

检验批质量验收合格主要取决于对主控项目和一般项目的检验结果。主控项目是对工程质量起决定性影响的检验项目，对工程质量起重要作用，因此应全部符合规定的要求，即主控项目的检验结果具有否决权；一般项目是对工程质量不起决定性作用的检验项目。对于允许偏差项目，允许存在 20% 以下的不合格点，但要求不能影响使用功能。

7.1.5 本条规定了分项工程质量验收合格的要求。分项工程质量验收是在检验批质量验收合格的基础上进行的，一般情况下，两者具有相同或相近的性质，只是批量的大小不同，因此将有关的检验批汇集便构成分项工程的验收。分项工程质量验收合格的要求相对简单，只要构成分项工程的各检验批质量验收资料完整，并且均已验收合格，则分项工程质量验收合格。

7.1.7 本条规定了钢结构防火涂料工程质量不符合要求时的处理方法，此规定与国家标准《工业安装工程施工质量验收统一标准》GB/T 50252—2018 的有关规定相符。

一般情况下，不合格项在质量验收的最小单元检验批时就应发现并及时处理，否则将影响后续检验批及分项工程的质量验收。因此所有质量隐患应尽快消灭在萌芽状态，这也是质量验收以“强化验收、过程控制”为原则的体现。

7.1.9 本条规定了检验批的质量验收程序和组织。检验批的质量验收是钢结构防火涂料工程质量验收的最重要和最基本的工作内容，验收前，施工单位应完成自

检，自检合格后报监理工程师进行验收。

7.1.10 本条规定了分项工程的质量验收程序和组织。分项工程由一个或若干个检验批组成，因此分项工程的质量验收应在检验批质量验收合格的基础上进行。

7.2 质量检验

I 主控项目

7.2.1 防火涂料的质量将直接影响钢结构的耐火性能，关系到钢结构的耐火能力与防火安全，故将其列为主控项目。

7.2.2 防火涂料的涂层厚度是保证防火涂料耐火极限的重要性能指标，对钢结构的防火保护效果影响重大，应从严要求，故将其列为主控项目。

7.2.3 防火涂层的表面裂纹，也会影响涂层的耐火性能和耐久性能，需要重点关注，故将其列为主控项目。

8 工程验收

8.0.3 本条列出了交工验收时施工单位向建设单位提交的资料名称。交工文件是钢结构防火涂料工程竣工后施工单位向建设单位交接的资料，它是钢结构防火涂料工程的原始依据，也是保证工程质量的关键。

9 维护检测

9.0.1 化工装置投入生产使用后，钢结构防火涂层在腐蚀环境下，随着时间推移涂层的耐火性能会下降。定期检测涂层的使用情况，发现问题及时采取维护修补措施，以保证钢结构防火涂层的使用周期。

9.0.4 本条是依据国家标准《色漆和清漆 涂层老化的评级方法》GB/T 1766—2008 的有关规定而制定的。

9.0.5 本条是依据国家标准《钢结构防火涂料》GB 14907—2018 的有关规定而制定的。

10 施工安全和环境保护

10.1 施工安全

10.1.1 本条中“危险源”是指可能导致伤害和健康损害的根源。通过识别作业活动中的危险源并确定其可能导致事故和潜在的不利影响,对其采取必要的控制措施,可预防或防止发生与作业活动相关的伤害和健康损害事件。

10.1.4 本条强调了作业人员按有关规定需配备劳动保护用品。

10.1.6 从事特种作业的施工人员必须持证上岗,符合《中华人民共和国安全生产法》的有关规定。

10.1.7 本条是依据《特种设备安全监察条例》(中华人民共和国国务院令 549 号)的有关规定而制定的。

10.2 环境保护

10.2.1 本条中“环境因素”是指作业活动与环境发生相互作用的要素。通过识别作业活动中的环境因素并确定其可能产生的环境影响和影响程度,对其采取必要的控制措施,可减少或防止发生与作业活动相关的环境污染。

10.2.4 对易产生粉尘的材料采取遮盖措施,主要是为了防止对大气造成污染。

10.2.6、10.2.7 在大风天气不得进行表面清理和涂料喷涂施工作业,以防止对大气造成污染。

10.2.9 对施工中产生的固体废物进行清理并清运出场的规定与《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定相符。

10.2.11 各类危险废物的回收和处置,应按照地方环保部门的要求执行,不得随意丢弃,符合《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》的有关规定。

10.2.12 施工现场严禁焚烧各类废弃物,主要是为了防止废弃物焚烧后产生的有害气体对大气造成污染。