ICS 75.200
P 72
备案号：J332-2004

SH

中华人民共和国石油化工行业标准

SH 3137—2003

石油化工钢结构防火保护技术规范

Technical specification of fire protection for steel structures in petrochemical industry

2004-03-10　发布　　2004-07-01　实施

中华人民共和国国家发展和改革委员会　发　布

目　次

前言 …… III
1　范围 …… 1
2　规范性引用文件 …… 1
3　防火保护设计基本规定 …… 1
3.1　火灾危险性分类 …… 1
3.2　建（构）筑物钢结构的耐火等级 …… 1
3.3　钢结构构件的耐火极限 …… 2
3.4　钢结构防火保护范围 …… 2
4　防火保护材料及保护层厚度的确定 …… 3
4.1　一般规定 …… 3
4.2　材 料 …… 3
4.3　保护层厚度的确定 …… 6
5　防火保护构造 …… 6
6　防火保护工程质量要求 …… 9
6.1　一般规定 …… 9
6.2　基层处理 …… 9
6.3　防火保护层 …… 9
7　工程验收 …… 10
附录 A（规范性附录）厚型钢结构防火涂料涂层厚度计算方法 …… 11
用词说明 …… 12
附：条文说明 …… 13

前　言

本规范是根据原国家经贸委《关于下达2002年石化行业标准制修订项目计划的通知》（国经贸厅行业[2002]36号）和中国石化建标[1999]102号文的通知，由中国石化集团洛阳石油化工工程公司主编，由中国石油化工集团公司工程建设管理部组织审定。

本规范共分7章和1个附录，附录A为规范性附录。主要内容包括：石油化工企业生产区建（构）筑物钢结构的耐火等级，钢结构构件的耐火极限，钢结构防火保护范围，防火保护材料，保护层厚度的确定，防火保护的构造、质量要求及工程验收。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范在实施过程中，如发现需要修改补充之处，请将意见和有关资料提供给主编单位（地址：河南省洛阳市中州西路27号，邮编：471003），以便今后修订时参考。本规范由主编单位负责解释。

本规范的主编单位：中国石化集团洛阳石油化工工程公司

参加编制的单位：中国石化集团中国石化工程建设公司

主要起草人：张继文　王光明　王恩洸　嵇转平　吴绍平

石油化工钢结构防火保护技术规范

1 范围

本规范规定了石油化工企业生产区建（构）筑物钢结构的防火保护范围、材料、构造及质量要求。

本规范适用于石油化工企业生产区新建、改建或扩建工程建（构）筑物钢结构防火保护的设计、施工及验收。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本规范，然而，鼓励根据本规范达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本规范。

GB 8923 涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级

GB 50160 石油化工企业设计防火规范

GB 14907 钢结构防火涂料

3 防火保护设计基本规定

3.1 火灾危险性分类

3.1.1 石油化工企业可燃物质的火灾危险性分类，应符合现行 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》的规定。

3.1.2 石油化工企业工艺装置或装置中单元的火灾危险性分类，应按现行 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》执行。

3.2 建(构)筑物钢结构的耐火等级

3.2.1 石油化工企业建筑物钢结构的耐火等级，应符合表 1 的规定。

表 1 建筑物钢结构的耐火等级

火灾危险性类别	建筑物类别	耐火等级	
		一级	二级
甲	生产厂房	√	
	液化石油气灌装站（棚）	√	
	仓库		√
乙	有防爆要求的生产厂房	√	
	无防爆要求的生产厂房		√
	仓库		√
丙	生产厂房及仓库		√
注：火灾危险性低于丙类的建筑物钢结构按建筑防火规范执行。			

3.2.2 石油化工企业构筑物钢结构的耐火等级，应符合表 2 的规定。

表 2 构筑物钢结构的耐火等级

火灾危险性类别	建筑物类别	耐火等级	
		一级	二级
甲、$乙_A$	单个容积等于或大于 $5m^3$ 的甲、$乙_A$ 类液体设备的承重钢框架、钢支架		√
$乙_B$、丙	介质温度等于或高于自燃点的单个容积等于或大于 $5m^3$ 的$乙_B$、丙类液体设备承重钢框架、钢支架		√
甲、乙	在爆炸危险区范围内的装置主管廊的钢管架		√
	在爆炸危险区范围内的高径比等于或大于 8，且总质量等于或大于 25t 的非可燃介质设备的承重钢框架、钢支架		√
	在爆炸危险区范围内的钢楼梯间		√
注：其余构筑物钢结构不考虑防火保护。			

3.3 钢结构构件的耐火极限

3.3.1 石油化工企业生产区建(构)筑物钢结构构件的耐火极限，不应低于表 3 的规定。

表 3 钢结构构件的耐火极限

建(构)筑物钢结构构件名称		耐火极限，h	
		一级耐火等级	二级耐火等级
建筑物	柱	2.0	1.5
	柱间支撑、框架梁、设备梁	1.5	1.5
	屋面梁、屋架、网架	1.5	1.0
构筑物	柱、柱间支撑、框架梁、设备梁		1.5
注 1：棚类建筑钢结构构件的耐火极限按建筑物查表。 注 2：当吊车梁兼柱间支撑的纵向撑杆时，其耐火极限应按柱间支撑确定。			

3.4 钢结构防火保护范围

3.4.1 建筑物钢结构的下列部位均应保护：

a) 单层钢结构厂房：当采用轻型屋盖（如压型钢板）时，地面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑及框架梁（屋面梁、屋架或网架）；当采用重型屋盖（如钢筋砼板）时，屋面板以下的柱、柱间支撑及框架梁（屋面梁、屋架或网架）；

b) 多层钢结构厂房：地面以上 10m 范围的柱、柱间支撑、框架梁（屋面梁、屋架或网架）及设备梁；当采用封闭式楼板（如花纹钢板）时，有甲、乙、丙类可燃物质的楼层板面以上 10m 范围

内的柱、柱间支撑、框架梁（屋面梁、屋架或网架）及设备梁；

3.4.2 构筑物钢结构的下列部位均应保护：

a) 单层钢框架：单层框架的柱、柱间支撑、框架梁及设备梁；

b) 多层钢框架：当楼层为透空篦子板时，地面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁及设备梁；当楼层为封闭式楼板时，有甲、乙、丙类可燃物质的楼层板面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁及设备梁；

c) 钢支架：地面以上全部构件；

d) 钢管架：底层主管廊的梁、柱，且不低于 4.5m；当管架上部有空冷器时，地面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁及设备梁；

e) 钢楼梯间：地面以上 10m 范围内的梁、柱及柱间支撑。

4 防火保护材料及保护层厚度的确定

4.1 一般规定

4.1.1 钢结构防火保护材料不应含有石棉和甲醛，不宜采用苯类溶剂。在施工干燥后不应有刺激性气味，燃烧时不应产生浓烟和有害人身健康的气体。

4.1.2 钢结构防火保护材料应选择绝热性好，具有一定抗冲击能力，能牢固地附着在构件上，不腐蚀钢材，且经国家检测机构检测合格的钢结构防火涂料或其它不燃烧性隔热材料。

4.1.3 钢结构防火保护材料的耐火极限不应低于建(构)筑物钢结构构件的耐火极限。

4.1.4 用于构件表面的防锈底漆及用于防火保护材料外表面的防腐面层，均应与防火保护材料相适应，并具有良好的结合力。

4.2 材料

4.2.1 钢结构防火保护材料应根据使用条件、材料性能和耐火极限等选用钢结构防火涂料、轻质耐火混凝土或水泥砂浆等。

4.2.2 用于石油化工钢结构的防火涂料的名称、代号及涂层厚度范围，应符合表 4 规定。

表 4 钢结构防火涂料的名称、代号及涂层厚度范围

名　　称	代　　号	涂层厚度范围 mm	备　　注
室内超薄型钢结构防火涂料	NCB	$\delta \leqslant 3$	
室内薄型钢结构防火涂料	NB	$3 < \delta \leqslant 7$	
室外薄型钢结构防火涂料	WB		
室内厚型钢结构防火涂料	NH	$7 < \delta \leqslant 45$	
室外厚型钢结构防火涂料	WH		
注：δ 为防火涂层厚度。			

4.2.3 室内钢结构防火涂料技术性能，应符合表 5 的规定；室外钢结构防火涂料技术性能，应符合表 6 的规定。

4.2.4 轻质耐火混凝土技术性能，应符合表 7 的规定。

4.2.5 水泥砂浆技术性能，应符合表 8 的规定。

表 5 室内钢结构防火涂料技术性能

序号	检验项目		技术指标			缺陷分类
			NCB	NB	NH	
1	在容器中的状态		经搅拌后呈均匀细腻液态、无结块	经搅拌后呈均匀液态或稠厚流体状态，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		≤8	≤12	≤24	C
3	外观与颜色		涂层干燥后，外观与颜色同样品相比应无明显差别	涂层干燥后，外观与颜色同样品相比应无明显差别		C
4	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	允许出现 1～3 条裂纹，其宽度应≤1mm	C
5	粘结强度，MPa		≥0.20	≥0.15	≥0.04	B
6	抗压强度，MPa				≥0.3	C
7	干密度，kg/m^3				≤500	C
8	耐水性，h		≥24，涂层应无起层、发泡、脱落现象	≥24，涂层应无起层、发泡、脱落现象	≥24，涂层应无起层、发泡、脱落现象	B
9	耐冷热循环性，次		≥15，涂层应无开裂、剥落、起泡现象	≥15，涂层应无开裂、剥落、起泡现象	≥15，涂层应无开裂、剥落、起泡现象	B
10	耐火性能	涂层厚度，不大于，mm	2.0±0.2	5.0±0.5	6.5±0.5 / 18±2 / 25±2	A
		耐火极限，不低于（以 I36b 或 I40b 标准工字钢梁作基材），h	1.0	1.0	1.5 / 1.5 / 2.0	

注 1：裸露钢梁耐火极限为 15min（I36b、I40b 验证数据），作为表中 0mm 涂层厚度耐火极限基础数据。

注 2：试验方法及综合判定准则应符合 GB 14907《钢结构防火涂料》的规定。

表 6　室外钢结构防火涂料技术性能

序号	检验项目		技术指标				缺陷分类
			WB		WH		
1	在容器中的状态		经搅拌后呈均匀液态或稠厚流体状态，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	外观与颜色		涂层干燥后，外观与颜色同样品相比应无明显差别				C
4	初期干燥抗裂性		允许出现 1～3 条裂纹，其宽度应≤0.5mm		允许出现 1～3 条裂纹，其宽度应≤1mm		C
5	粘结强度，MPa		≥0.15		≥0.04		B
6	抗压强度，MPa				≥0.5		C
7	干密度，kg/m^3				≤650		C
8	耐曝热性，h		≥720，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象		≥720，涂层应无起层、脱落、空鼓、开裂现象		B
9	耐湿热性，h		≥504，涂层应无起层、脱落现象		≥504，涂层应无起层、脱落现象		B
10	耐冻融循环性，次		≥15，涂层应无开裂、脱落、起泡现象		≥15，涂层应无开裂、脱落、起泡现象		B
11	耐酸性，h		≥360，涂层应无起层、脱落、开裂现象		≥360，涂层应无起层、脱落、开裂现象		B
12	耐碱性，h		≥360，涂层应无起层、脱落、开裂现象		≥360，涂层应无起层、脱落、开裂现象		B
13	耐盐雾腐蚀性，次		≥30，涂层应无起泡，明显的变质、软化现象		≥30，涂层应无起泡，明显的变质、软化现象		B
14	耐火性能	涂层厚度，不大于，mm	5.0±0.5	6.5±0.5	18±2	25±2	A
		耐火极限，不低于（I36b 或 I40b 标准工字钢梁作基材），h	1.0	1.5	1.5	2.0	

注 1：裸露钢梁耐火极限为 15min（I36b、I40b 验证数据），作为表中 0mm 涂层厚度耐火极限基础数据。耐久性项目（耐曝热性、耐湿热性、耐冻融循环性、耐酸性、耐碱性、耐盐雾腐蚀性）的技术要求除表中规定外，还应满足附加耐火性能的要求，方能判定该对应项性能合格。耐酸性和耐碱性可仅进行其中一项测试。

注 2：试验方法及综合判定准则应符合 GB 14907《钢结构防火涂料》的规定。

表 7　轻质耐火砼技术性能

检　验　项　目		技　术　性　能		
导热率，w/m·k		0.212～0.402		
轻质耐火畜混凝土强度等级		C15		
干密度，kg/m³		≤1 500		
耐火性能	保护层厚度，mm	40	50	70
	耐火极限，不低于，h	1.5	2.0	2.5
注：轻质耐火混凝土宜采用 42.5 矿渣水泥配制，其配合比应通过试验确定。				

表 8　水泥砂浆技术性能

检　验　项　目		技　术　性　能
砂浆的强度等级		M5
干密度，kg/m³		≤2 000
耐火性能	保护层厚度，mm	60
	耐火极限，不低于，h	1.5

4.2.6　建（构）筑物室外或露天工程的钢结构严禁选用室内型钢结构防火涂料。

4.3　保护层厚度的确定

4.3.1　钢结构用防火涂料保护时，其厚度可按下列方法之一确定：

a)　按照表 3 对钢结构不同构件耐火极限的要求，根据标准耐火试验数据选定相应的保护层厚度；

b)　根据标准耐火试验数据，按本规范附录 A 的计算方法确定防火保护层厚度（仅适用于厚型防火涂料）。

4.3.2　钢结构用轻质耐火混凝土或水泥砂浆保护时，其厚度可分别按本规范表 7、表 8 的规定采用。

5　防火保护构造

5.1　钢结构构件的防火保护层厚度、构造以及颜色装饰等要求，应在设计时确定。

5.2　钢柱、钢梁、钢支撑及屋（网）架杆件可按图 1～图 4 的形式进行防火保护。其中图 1 中 b)、d)仅适用于轻质耐火混凝土防火保护层；图 2 适用于梁顶有覆盖层(如铺板等)的情况；　图 3 适用于梁顶无覆盖层的情况。

5.3　厚型钢结构防火涂料保护层构造，应符合下列规定：

a)　涂层构造应包括基层除锈、耐碱防锈底漆两遍、防火涂层；

b)　对于不要求在构件表面设拉结镀锌钢丝网的涂料，当涂层厚度等于或大于 25mm 或其粘结强度小于 0.05MPa 时，宜在构件表面设置拉结镀锌钢丝网，钢丝网的规格宜采用丝径ϕ0.5 mm～1.5mm、网孔 20×20(mm)～50×50(mm)；

c) 当处于强腐蚀环境时，应在防火涂层外，涂刷耐腐蚀性的聚合物水泥浆两遍。也可采用耐碱的阻燃型防腐蚀涂料（不少于两遍）；

d) 涂层拐角可做成直角形，或半径为 R10mm 的圆弧形。

5.4 薄型和超薄型钢结构防火涂料保护层构造，应符合下列规定：

a) 涂层构造应包括基层除锈、耐碱防锈底漆两道、防火涂层；

b) 当处于强腐蚀环境时，应选用耐腐蚀的钢结构防火涂料；

c) 当用于室外时，宜加面漆保护。

5.5 轻质耐火混凝土防火保护层或水泥砂浆防火保护层构造，应符合下列规定：

a) 保护层构造应包括基层除锈、耐碱防锈底漆两道、拉结镀锌钢丝网、轻质耐火混凝土防火保护层或水泥砂浆防火保护层；

b) 轻质耐火混凝土防火保护层或水泥砂浆防火保护层端部接缝处，应采用防水油膏封严；

c) 当处于强腐蚀环境时，防火保护层表面处理，应按本规范 5.3 c）的规定采用。

d) 防火保护层拐角可做成直角形，或半径为 R10mm 的圆弧形。

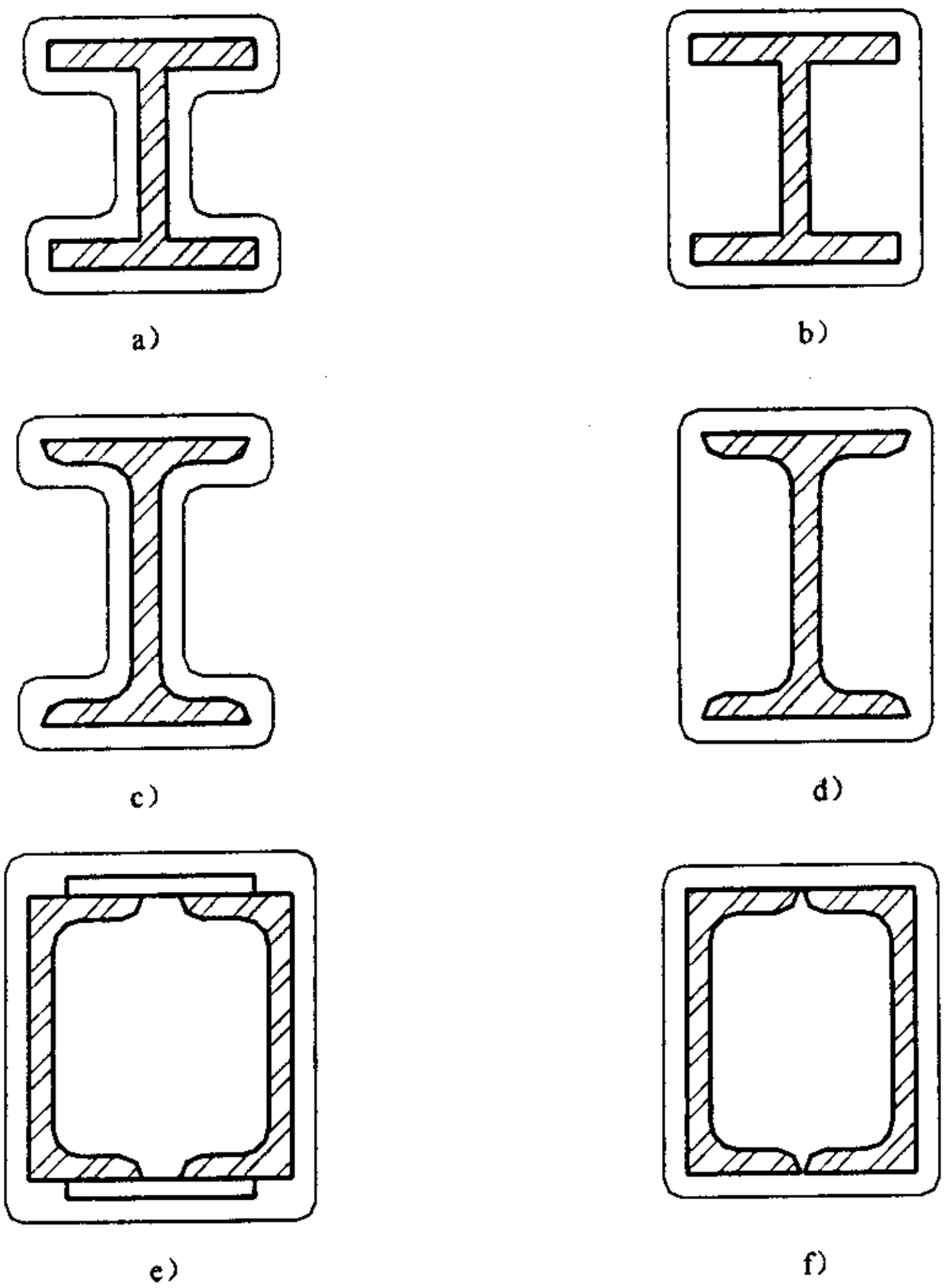
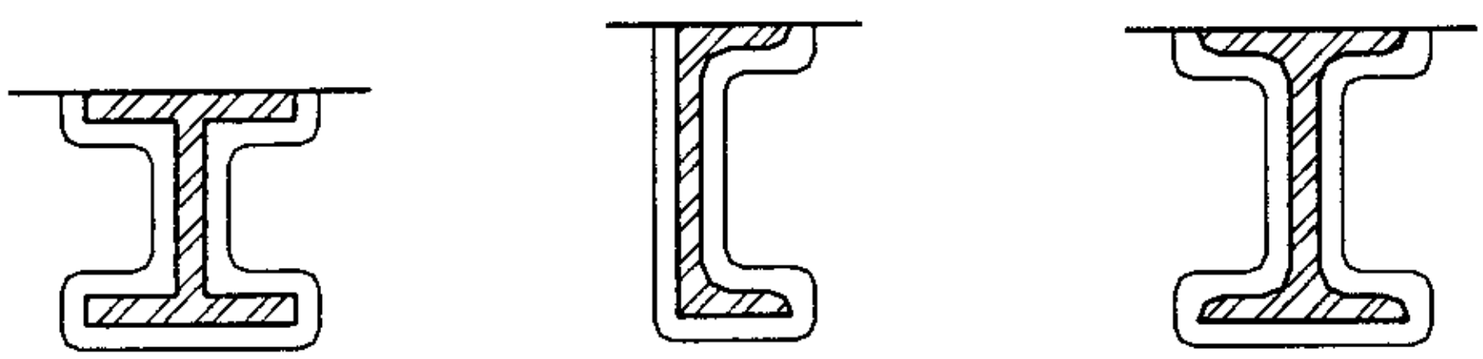


图 1 钢柱防火保护形式示意

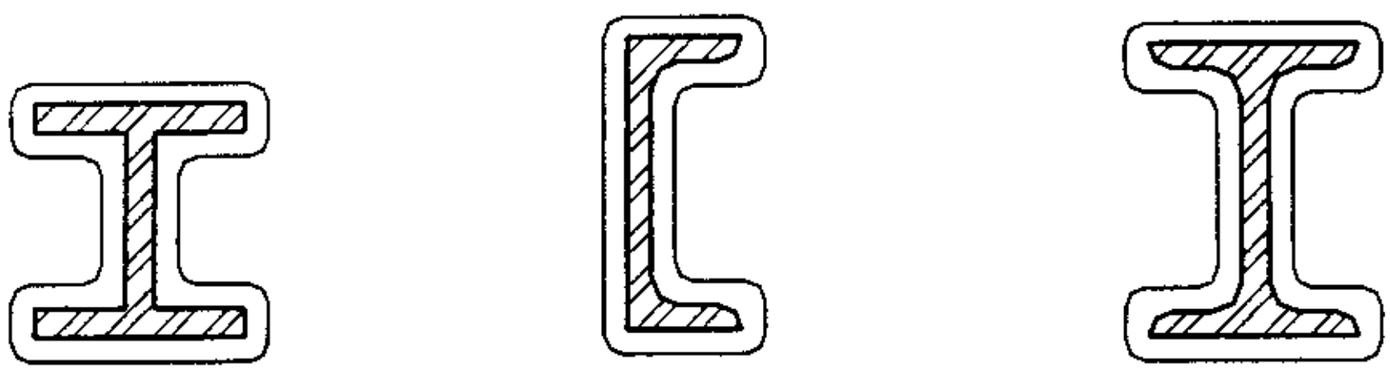


a) b) c)

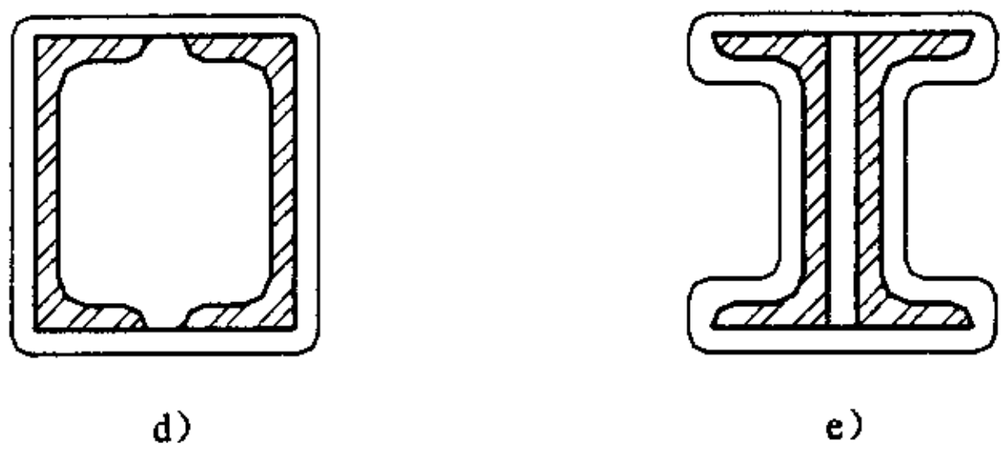


d) e)

图 2　钢梁防火保护形式（一）示意



a) b) c)



d) e)

图 3　钢梁防火保护形式（二）示意

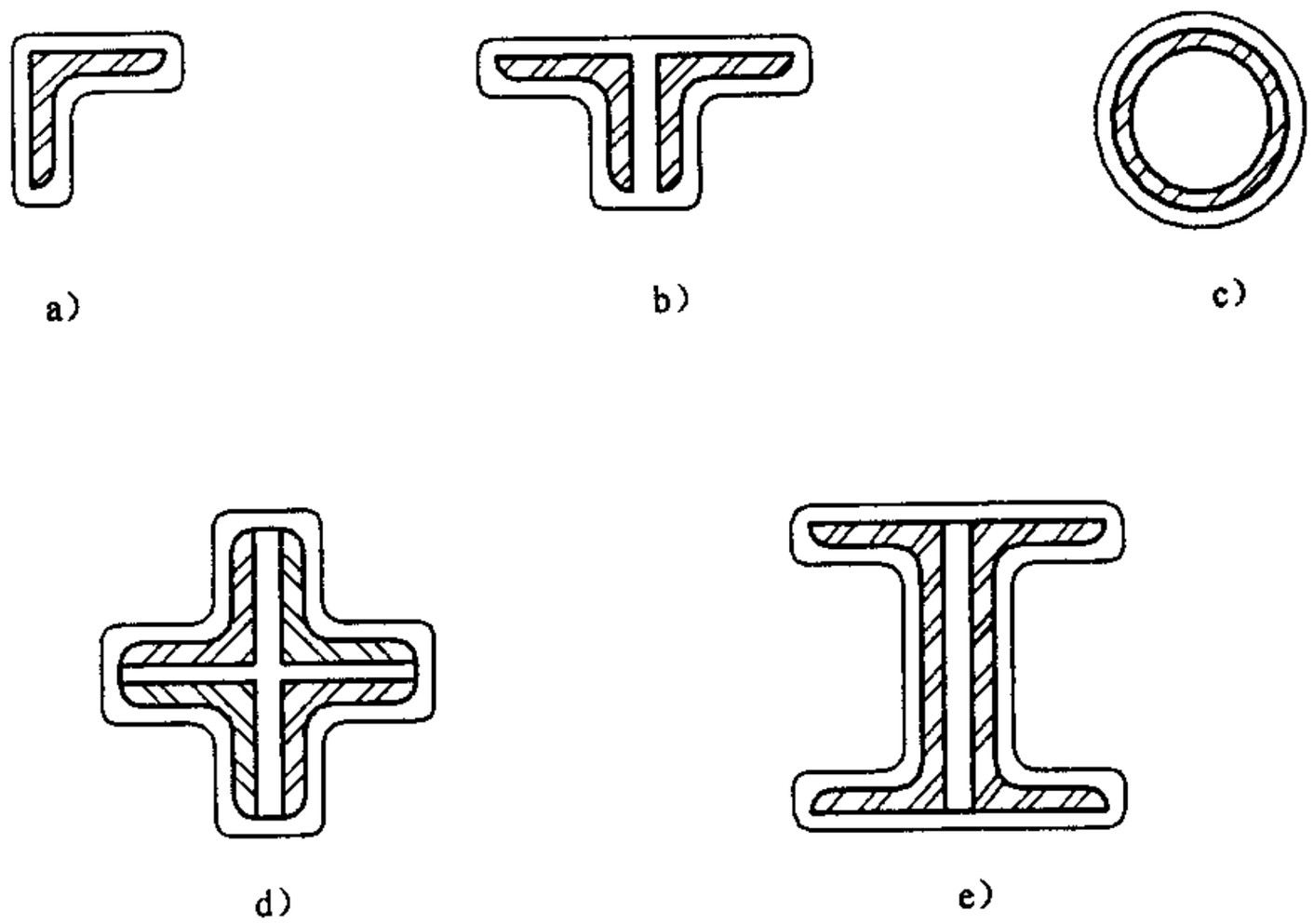


图 4　钢支撑及屋（网）架杆件防火保护形式示意

6　防火保护工程质量要求

6.1　一般规定

6.1.1　钢结构防火保护层，应在构件制作和安装工程的质量检验合格后进行。

6.1.2　防火涂料涂装工程应由经过专门培训的施工人员施工。

6.2　基层处理

6.2.1　钢结构表面应除锈，除锈等级不应低于 St2，重要部位不得低于 St3，其质量要求应符合现行 GB 8923《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》的规定。

6.2.2　钢结构表面应无焊渣、毛刺、灰尘、水、油脂、污垢和油漆涂层等附着物，任何残留的痕迹只能是点状或条纹状的轻微色斑。

6.2.3　钢结构基层经处理后，应及时刷上防锈底漆，间隔时间不应超过 8h。

6.3　防火保护层

6.3.1　钢结构防火保护层不得误涂、漏涂，不应有脱层和空鼓，外观应无明显凹凸，粘结牢固无粉化松散。

6.3.2　钢结构防火保护层工程施工质量要求，应符合表 9 的规定。

表 9　钢结构防火保护层工程施工质量要求

项　目		允许偏差 mm				检验方法
		超薄型防火涂料	薄型防火涂料	厚型防火涂料	轻质耐火砼或水泥砂浆	
母线平直度 圆　度	允许偏差 mm		2	5		1m 直尺 样板、钢尺
防火保护层厚度		≥设计值		≥85%设计值且厚度不足部位的连续面积的长度不大于 1m，并在 5m 范围内不再出现类似情况		厚度测量仪
裂　纹		应不出现裂纹	宽度≤0.5 且间距≥1500	宽度≤1.0 且间距≥1500		放大镜、钢尺
注：表中各项，按同类构件数抽查 10%，且不少于 3 件，每件应抽查 3 点。						

7　工程验收

7.1　钢结构防火保护工程，应进行中间验收和竣工验收。未经竣工验收不得投入生产使用。

7.2　钢结构防火保护层施工前，应先对基层检查验收，合格后办理工序交接手续。

7.3　钢结构防火保护工程竣工验收时，应提供下列资料：

a)　国家质量监督检测机构对所用产品耐火极限和理化性能的检测报告；

b)　按有关规定要求抽检的粘结强度、抗压强度等检测报告；

c)　产品的合格证、检验证；

d)　钢结构基层处理及其他隐蔽工程等现场检查验收记录；

e)　工程变更记录和设计修改通知单。

7.4　钢结构防火保护工程竣工验收，除检查有关文件记录外，还应对防火保护层厚度及外观进行抽查，其质量应符合本规范 6.3 的规定。

附 录 A
（规范性附录）
厚型钢结构防火涂料涂层厚度计算方法

在设计钢结构构件厚型防火涂料涂层厚度时，可根据标准耐火试验得出的某一耐火极限的涂层厚度，推算不同构件达到相同耐火极限所需的同种防火涂料的涂层厚度，其厚度按下式计算：

$$a=\frac{g_s/\mu_s}{g/\mu}a_s k \qquad \cdots\cdots (A\cdot 1)$$

式中：

a——待涂构件防火涂层厚度，mm；

a_s——标准耐火试验得出的构件防火涂料涂层厚度，mm；

g——待涂构件每延米质量，kg/m；

g_s——标准耐火试验时钢梁每延米质量，kg/m；

μ——待涂构件防火涂层接触面周长，m；

μ_s——标准耐火试验构件防火涂层接触面周长，m；

k——系数，对于钢柱取 1.25；对于钢梁及其它构件取 1.0。

计算公式(1)的限制条件：$g/\mu \geqslant 22$；$a_s \geqslant 9$ mm；耐火极限≥1.0h。

用 词 说 明

对本规范条文中要求执行严格程度不同的用词，说明如下：

（一）表示要求很严格、非这样做不可并具有法定责任时，用词为“必须”（must）；

（二）表示要准确地符合规范而应严格遵守时，用词为：

正面词采用“应”（shall）；

反面词采用“不应”或“不得”（shall not）。

（三）表示在几种可能性中推荐特别合适的一种，不提及也不排除其他可能性，或表示是首选的但未必是所要求的，或表示不赞成但也不禁止某种可能性时，用词为：

正面词采用“宜”（should）；

反面词采用“不宜”（should not）。

（四）表示在规范的界限内所允许的行动步骤时，用词为：

正面词采用“可”（may）；

反面词采用“不必”（need not）。

中华人民共和国石油化工行业标准

石油化工钢结构防火保护技术规范

SH 3137—2003

条 文 说 明

2004 北 京

目　　次

1　范围 …… 17
3　防火保护设计基本规定 …… 17
3.1　火灾危险性分类 …… 17
3.2　建（构）筑物钢结构的耐火等级 …… 17
3.3　钢结构构件的耐火极限 …… 17
3.4　钢结构防火保护范围 …… 17
4　防火保护材料及保护层厚度的确定 …… 18
4.1　一般规定 …… 18
4.2　材料 …… 18
4.3　保护层厚度的确定 …… 19
5　防火保护构造 …… 20
6　防火保护工程质量要求 …… 20
6.1　一般规定 …… 20
6.2　基层处理 …… 20
6.3　防火保护层 …… 20
7　工程验收 …… 21
附录 A（规范性附录）厚型钢结构防火涂料涂层厚度计算方法 …… 22

石油化工钢结构防火保护技术规范

1 范围

在石油化工行业中，钢结构使用的越来越多。钢结构主要优点是施工速度快，改造加固方便。但是钢结构有一个极大的缺点，其耐火性能差。试验研究和大量火灾实例表明，裸露的钢结构，在高温火灾中 15 分钟即软化丧失承载能力，发生倒塌破坏。为了提高其耐火极限，必须实施防火保护。为了减少火灾危害，统一石油化工钢结构防火保护的范围、材料、构造、质量要求及验收标准等，特制订本标准。

石油化工企业生产区的定义按 GB 56160《石油化工企业设计防火规范》的解释是指工厂围墙内，由工艺装置、罐组、装卸设施、罐装站、泵房、仓库、循环水场、污水处理场、火炬等可能散发可燃气体及使用、产生可燃物质的工艺装置和设施组成的区域；或由罐组、灌装站、污水处理场等设施独立形成的区域。

3 防火保护设计基本规定

3.1 火灾危险性分类

3.1.1、3.1.2 本规范采用的火灾危险性分类与 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》相一致。

3.2 建（构）筑物钢结构的耐火等级

3.2.1、3.2.2 建（构）筑物钢结构的耐火等级按其重要程度、火灾危险性类别、防爆程度，疏散和扑救难度分为一、二两个级别。其中因为建筑物钢结构厂房（或棚类）内的操作工人在现场的机会比其它构筑物内为多，故把火灾危险性为甲类及有防爆炸要求的乙类厂房（或棚类）的耐火等级划为一级，以体现在危险状态下对人的保护。

在划分建筑物钢结构的一级耐火等级时，火灾危险性为甲类的建筑，对有、无防爆要求未进行区别，是考虑到石化企业中火灾危险性为甲类而无防爆要求的建筑物钢结构数量不多，故不再另外分级。

3.3 钢结构构件的耐火极限

石油化工企业火灾出现时火势迅猛，升温较快，但这些企业一般都有自己的消防队，火情出现后，消防队可在极短时间内到达现场，所以一般构件耐火极限规定为 1.5h，个别构件为 2.0h 或 1.0h。

在 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》中规定耐火极限为 1.5h。条文说明中解释为耐火层的耐火极限，国内外有关标准一般规定为 1.5h，GB 50160 也采用这个数值。

3.4 钢结构防火保护范围

3.4.1 本条规定的防火保护范围与 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》第 4.5.2 条第 1 款相协调，其中单层钢结构厂房中轻型屋盖采用地面以上 10m 作为高度界限；至于重型屋盖是考虑到火灾后的次生灾害比轻型屋盖为重，故规定了屋面板下的柱、柱间支撑、框架梁（屋面梁或网架）全部承重构件。

多层钢结构厂房的防火保护范围是指，当楼板为透空箅子板时，地面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁（屋面梁、屋架或网架）及设备梁。对于封闭式楼板（如花纹钢板）时，进一步明确，当该层有甲、乙、丙类可燃物质时，由该层楼面起算向上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁（屋面梁、

屋架或网架）及设备梁，为防火保护范围。

3.4.2 本条规定的防火保护范围与 GB 50160《石油化工企业设计防火规范》第 4.5.2 条基本一致。

关于钢管架的主管廊的保护范围，没有空冷器时与 GB 50160 一致。当管架上部有空冷器时改为地面以上 10m 范围内的柱、柱间支撑、框架梁及设备梁。这样与多层厂房，多层框架的情况协调一致。另外，据引进装置的一些资料，有空冷器的管架，其防火保护范围从地面算起 8m 以内。关于此条的改写，已与 GB 50160 规范编制人协调过。

根据实际情况增加了钢楼梯间的防火保护。

4 防火保护材料及保护层厚度的确定

4.1 一般规定

4.1.1、4.1.2 本条对用于保护钢结构的防火保护材料的成份加以限制，摒弃了有害健康的材料。有的材料含有石棉、甲醛和苯类溶剂，会危害健康和污染环境，有的材料在施工干燥后，仍散发出刺激性气味，有的材料呈酸性或容易吸潮，对钢材有腐蚀，如此等等均不在选用之列。防火保护层在预定的使用期限内需保持其耐火性能、理化性能及机械性能不明显下降。

钢结构防火涂料产品好坏差别很大，为保证质量，故规定其产品应经国家检测机构检测。

4.1.4 本条规定覆层材料之间相互适应、相互配套。

4.2 材料

4.2.1 钢结构防火保护材料应根据使用条件（部位、场所）及材料技术性能（理化性能、耐火性能）等选用钢结构防火涂料、轻质耐火砼或水泥砂浆等。采用轻质耐火砼或水泥砂浆覆面的优点是取材方便，价格低廉，能达到防火要求，而且表面强度高，耐冲击，对施工技术要求不高，但是比较笨重，适应性受到一定限制，比如小断面的屋（网）架结构，使用起来就显得极不协调；采用防火涂料覆面的特点是质轻，耐火性能好，品种齐全，可满足室内、室外各种耐火极限的钢结构构件，近年来使用广泛，技术上比轻质耐火砼或水泥砂浆覆面的方法大大前进一步。

4.2.2、4.2.3 在钢结构防火涂料中，超薄型的涂层厚度小于或等于 3mm，薄型的涂层厚度大于 3mm、小于或等于 7mm。超薄型和薄型钢结构防火涂料为膨胀型涂料，通常由有机树脂、发泡剂、阻燃剂、碳化剂等组成。其原理为涂膜受热软化，发泡剂发生分解并产生气体，气体的逸出使软化的涂膜鼓泡、膨胀，而酸源的酸碳化填充材料，使其脱水形成膨胀层的骨架，形成隔热良好的发泡层。耐火极限可达 0.5h～1.5h 甚至更长；厚型涂料为非膨胀型，多为无机物，其胶结料多为水泥。无机厚型防火涂料，主要由无机成膜物和耐火填料组成，通过涂层的不燃性而防燃，阻止火焰的传播而阻燃。耐火填料的导热系数决定涂料的防火性能的好坏。涂层厚度大于 7mm、小于或等于 45mm，厚型钢结构防火涂料的耐火极限可达 0.5 h～3.0h，改变厚度可满足不同耐火极限的要求。

钢结构防火涂料技术性能表（表 5、表 6）中 NCB、NB、NH、WB、WH 型耐火极限及相应厚度的规定是考虑到石油化工钢结构对这些产品用量较大及近年来国内钢结构防火涂料产品经国家检测机构检验的实际情况而提出的。

表 5、表 6 的注 2 提到的综合判定准则指的是 GB 14907《钢结构防火涂料》的第 5 章，该综合判定准则为：

（1） 钢结构防火涂料的检验结果，各项性能指标均符合 GB 14907 要求时，判该产品质量合格；

（2） 钢结构防火涂料耐火性能（不合格属 A，不允许出现）外，理化性能尚有严重缺陷（B）和轻缺陷（C），当室内防火涂料的 B≤1 且 B+C≤3，室外防火涂料的 B≤2 且 B+C≤4 时，亦可综合判定该产品质量合格，但结论中需注明缺陷性质和数量。

伴随着钢结构防火涂料的发展和使用，90 年推出“钢结构防火涂料应用技术规范 CECS 24:90”，94 年又推出“钢结构防火涂料通用技术条件 GB 14907—94”，2002 年又推出一个“钢结构防火涂料 GB 14907—2002”。这对钢结构防火涂料的使用和发展，起到了巨大的推动作用，给涂料的发展带来无限的生机。也就在这几年中，防火涂料得到极为迅速的发展，得到越来越广泛的使用。涂料的使用从室内到室外，从厚型到薄型，到超薄型。已有多种涂料，在火灾的实践中，经受了考验。

在 1999 年 5 月份的调查中，室外使用薄型防火涂料的还比较少。在 2002 年 8 月的调查中，室外薄型的使用明显增多。大家对防火涂料已表示认可，对已使用的表示满意。

例如：秦山核电站三期工程，使用福建华强超薄型防火涂料 BGW—97 型（用于室内），耐火极限 2h，厚度 2.4mm。面积达数万 m^2，现已施工完毕，验收合格。秦山核电站一期工程使用的是华强 BGW—90 室内薄型防火涂料，已有十几年，反应较好。三期工程是国外设计项目，进行了严格考察、对比、抽样检验、试施工，最后确定使用华强的室内超薄型涂料 BGW—97。华强的 BGW—90 还曾用于扬子伊士曼 C_5 石油树脂工程的装置区管架、构架等。2000 年 10 月施工，构架一层外观均好，无龟裂起鼓。二层的柱部分有细小裂纹，罩漆起鼓与防火层分离，但防火层粘结较好。扬子公司己烷车间，构架柱采用华强 BGW—90 型涂料，95 年到 96 年施工。目前外观较好，无起鼓、龟裂现象，向阳与背阴无差别。

福建炼厂的聚丙烯装置管架、构架用的是薄型防火涂料，使用多年，情况良好。

厚型防火涂料生产厂家较多，使用的也比较多，普遍认为质量能够得到保证，例如：

抚顺石油三厂加氢装置使用的洛阳古城太华防火材料厂 SJ—1 厚型涂料。福建炼厂罐区防火堤也采用该厂的 SJ—1 厚型涂料，目前外观看着较好。

洛阳石化总厂的引进 PX 装置、芳烃抽提装置采用的中电宜兴节能工程公司 SJ—1 厚型防火涂料，面积达 $4\times10^4m^2$，1999 年施工，效果良好。

目前，超薄型防火涂料也有用于室外钢结构防火的。例如，大庆石油化工总厂新建顺丁橡胶装置，钢结构管廊采用的是扬州金陵涂料厂的“金陵牌”BSC 超薄型防火涂料。经过一年多的使用，涂膜完好，表面光滑，无裂纹，无脱落。

4.2.6 棚类建筑物承重构件可与有封闭楼板的钢框架对照，视为室外构件，选用室外钢结构防火涂料。

4.3 保护层厚度的确定

4.3.1 本条规定是确保防火涂料做到“安全可靠”和“经济合理”的条件之一。对于不同规格和不同耐火极限要求的钢结构构件，应喷涂不同的涂层厚度，按下列方法之一确定：

（1） 当选用的防火涂料产品已经做过不同厚度涂层的耐火试验时，可根据本规范表 3 的规定，直接选用需要喷涂的涂层厚度；

（2） 当工程中待保护的钢结构构件与标准耐火试验时钢结构构件的规格尺寸差别较大，又不能对每种规格的钢构件都喷涂涂料做耐火试验时，可以根据已有试验数据，按照本规范附录 A 的经验公式进行计算，以确定出待喷涂的涂层厚度。

5 防火保护构造

5.3～5.5 石油化工企业钢结构防火涂装范围，一般仅为整体结构的一部分。为便于施工，防火保护部分的除锈等级和底漆，一般设计成同一种。因此在钢结构基层处理上，要防腐、防火两者相互兼顾。

防火涂料和轻质耐火混凝土都是呈碱性反应，对钢材不腐蚀，故要求防锈底漆应具一定的耐碱性能。

强腐蚀性环境下防火层的表面防护，除采用耐腐蚀的聚合物水泥浆外，也可采用耐碱的阻燃型防腐蚀涂料（不少于两遍）。

厚型防火涂料，若在涂层内设置镀锌钢丝网时，必须使之固定在钢结构上。钢构件体量大时，采用钢丝网丝径和网孔应取大者。镀锌钢丝网与钢结构之间应留有 6mm 左右间隙，网片铺设要平整牢固。

6 防火保护工程质量要求

6.1 一般规定

6.1.1 钢结构制作、安装工程的验收，对防火保护工程来说属隐蔽工程验收。必须在防火保护工程实施前完成，否则会造成不必要的返工。

6.1.2 防火涂层质量的好坏，直接影响钢结构防火保护的效果。在原材料有保证的前提下，其质量的优劣主要取决于施工。因此，最好要求具备这方面知识和经验的专业施工队来施工，或由经过专门培训的施工队负责施工。施工队伍的素质是质量检验达标的重要保证。

6.2 基层处理

6.2.1～6.2.3 钢结构表面锈层的膨胀，会导致防火保护层出现空鼓、开裂、剥落。同时潮湿与大气腐蚀会加剧钢材的锈蚀。因此，钢结构基层除锈处理是防火保护工程的重要环节，是质量检验重点。

6.3 防火保护层

6.3.1 该条是钢结构防火保护层工程质量验收达标的保证项目。

6.3.2 这一条是钢结构防火保护层工程质量验收达标的基本项目。

（1） 母线平直度的允许偏差：对照 GBJ 301《建筑工程质量检验评定标准》，其中一般抹灰普通级表面平整度为 5mm（用 2m 直尺检验），这对防火保护工程要求也过严了。GB 50205《钢结构工程施工质量验收规范》、CECS 24:90《钢结构防火涂料应用技术规范》等，都对厚型防火涂料有所规定，要求其平整度为 8mm（用 1m 直尺检验）。故本规范将厚型防火保护层（包括厚型防火涂料、轻质耐火混凝土、水泥砂浆防火保护层）一并定为 5mm（用 1m 直尺检验）。

GB 50160《石油化工企业设计防火规范》规定，涂有耐火层的构件，其耐火极限不应低于 1.5h。根据 GB 14907《钢结构防火涂料》标准修订小组对 93 年～97 年薄、厚型防火涂料耐火极限和涂层厚度测试值的统计，当耐火极限都为 1.5h（或相当 1.5h）时，相对薄型防火涂料涂层厚度平均约为 5.7mm、相对厚型防火涂料涂层厚度平均约为 21.7mm，两者大约是 4 倍左右的关系。故取薄型涂层平整度约为厚型涂层的 1/4，即为 2mm（用 1m 直尺检验）。

对超薄型防火涂料，涂层厚度小于 3mm，喷涂均匀后，平整度基本满足要求，再限定平整度就没必要了。

（2） 防火保护层厚度：对超薄型、薄型防火涂料，相关标准、规范都有规定，要求其厚度≥设计值。对厚型防火层，则按照 CESC 24:90《钢结构防火涂料应用技术规范》有关厚型涂料的规定："涂层厚度符合设计要求。如厚度低于原订标准，但必须不大于原订标准的 85%，且厚度不足部位的连续面积的长度不大于 1m，并在 5m 范围内不再出现类似情况"制定的。

（3） 裂纹：是按照 GB 14907《钢结构防火涂料》制定的，其中轻质耐火混凝土、水泥砂浆防火保护层与厚型防水涂料规定一致。GB 14907《钢结构防火涂料》对薄型、厚型涂料裂缝的规定是"允许出现 1～3 条裂纹，其宽度应分别≤0.5mm 或≤1.0mm"。其规定是针对一个试件而言，耐火性能试件一般长 6m 左右，按出现三条裂纹计，其间距约为 1.5m。

7 工程验收

7.1、7.2 钢结构防火保护工程的中间验收，是指对钢结构表面除锈处理的验收。验收合格并办理工序交接手续后，方可进行下一工序的施工。这是确保防火保护工程施工质量的前提。

7.4 竣工验收时，对外观检查内容是：用 1m 钢尺检测平整度；检测裂纹情况；用 0.75kg～1kg 榔头轻击防火保护层，检查其强度和有无起鼓；目测防火保护范围有无遗漏等。

对防火保护层厚度测定的方法及测点选择，可参见 CECS 24:90《钢结构防火涂料应用技术规范》附录四。

附 录 A
（规范性附录）
厚型钢结构防火涂料涂层厚度计算方法

本规范公式（A.1）引自 CECS 24:90《钢结构防火涂料应用技术规范》，引用时做了修订，其中钢梁防火涂接触面周长计量单位应为 m，已改正。

例题：

[例 1] 根据标准耐火试验梁 I36b，在 WH 型防火涂料 a_s=20mm 时耐火极限为 1.5h 的数据，求钢梁 H400×300×10×16 在相同涂料、相同耐火极限及例图 I 覆盖状态条件下的防火涂层厚度 a=?

解：根据 $a=\dfrac{g_s/\mu_s}{g/\mu}a_s k$

由 I36b 知：

g_s=65.66 kg / m

μ_s=2H+4B-2t

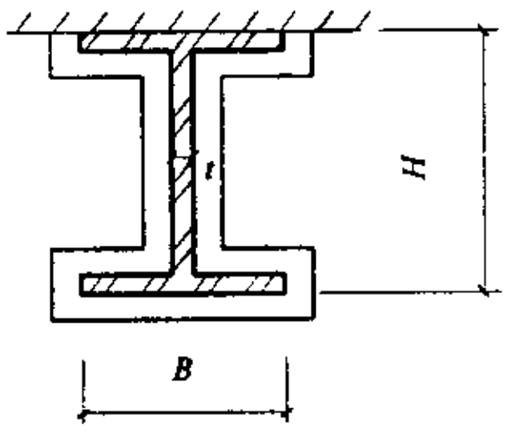
=2×360+4×138-2×12

=1248 mm

=1.248 m

a_s=20 mm>9 mm 可

火极限为 1.5 h>1.0 h 可



例图 I

由 H400×300×10×16 得：

g=104 kg / m

μ=2×400+3×300-2×10

=1680 mm

=1.68 m

g/μ=104 / 1.68

=61.9>22 可

又因 k=1.0

$$a=\frac{65.66/1.248}{61.9}\times 20\times 1.0$$

=16.998 mm

≈17 mm

取：a=17 mm

[例 2] 根据标准耐火试验梁 I36b，在 WH 型防火涂料 a_s=25mm 时耐火极限为 2.0h 的数据，求钢柱 H300×300×10×16 在相同涂料、相同耐火极限及例图 II 覆盖状态条件下的防火涂层厚度 a=?

解：根据 $a=\dfrac{g_s/\mu_s}{g/\mu}a_s k$

由 I36b 知：

g_s=65.66 kg / m

μ_s=1.248 m

a_s=25 mm＞9 mm 可

火极限为 2.0h＞1.0h 可

由 H300×300×10×16 得：

g=97.4 kg / m

μ=2×300+4×300-2×10

=1780 mm

=1.78 m

g/μ=97.4 / 1.78

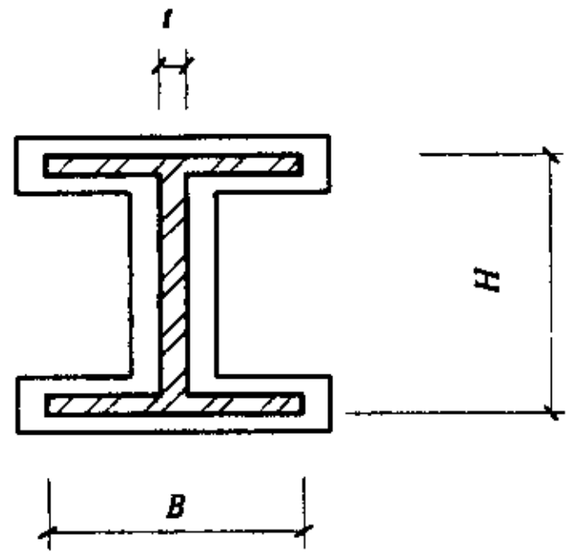
=54.72＞22 可

又因 k=1.25

$$a=\frac{65.66/1.248}{54.72}\times 25\times 1.25$$

=30 mm

取：a=30 mm



例图 II

[例 3] 根据标准试验梁 I36b，在 WH 型防火涂料 a_s=25mm 时耐火极限为 2.0h 的数据，求柱间支撑 2L100×8 在相同涂料、相同耐火极限及例图III覆盖状态条件下的防火涂层厚度 a=?

解：根据 $a=\dfrac{g_s/\mu_s}{g/\mu}a_s k$

由 I36b 知：

g_s=65.66 kg / m

μ_s=1.248 m

a_s=25 mm＞9 mm 可

火极限为 2.0h＞1.0h 可

由 2L100×8 得：

g=12.28×2

=24.56 kg / m

μ=2×100+208+24

=432 mm

=0.432 m

g/μ=24.56 / 0.432

=56.85＞22 可

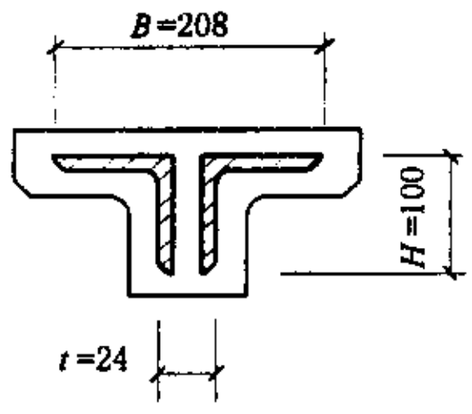
又因 k=1.0

$$a=\frac{65.66/1.248}{56.85}\times 25\times 1.0$$

=23.13 mm

≈23 mm

取：a=23 mm



例图III