



中华人民共和国公共安全行业标准

GA 98—2005
代替 GA 98—1995

混凝土结构防火涂料

Fire resistive coating for concrete structure

2005-12-08 发布

2006-03-01 实施

中华人民共和国公安部 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 分类与标记	1
5 要求	2
6 试验方法	3
7 检验规则	9
8 标志、包装、运输和贮存	10
附录 A(规范性附录) 混凝土构件防火涂料耐火试验用试件尺寸与涂层厚度测量方法	11
参考文献	12

前 言

本标准第 5 章、第 6 章、第 7 章为强制性的,其余为推荐性的。

本标准自实施之日起,代替 GA 98—1995《预应力混凝土楼板防火涂料通用技术条件》。

本标准与 GA 98—1995 的主要差异是:取消了热导率的要求;增加了隧道防火涂料的性能要求和试验方法。对于隧道防火涂料耐火性能的测试修改采用了 BS EN 1363-2:1999 Fire resistance tests—Part 2; Alternative and additional procedures《耐火试验 第二部分:可选程序和附加程序》和 GT-98063 98-CVB-R1161 FIRE PROTECTION FOR TUNNELS Part 1: fire test procedure for immersed tunnels《隧道防火保护 第一部分:沉埋隧道耐火试验程序》制定。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由公安部消防局提出。

本标准由全国消防标准化技术委员会第七分技术委员会归口。

本标准负责起草单位:公安部四川消防研究所。

本标准参加起草单位:四川天府防火材料有限公司、成都大地岩土工程技术开发公司。

本标准主要起草人:聂涛、孙玉虎、王良伟、覃文清、刘霖、袁亚利、张庆明、吴小玲。

混凝土结构防火涂料

1 范围

本标准规定了混凝土结构防火涂料的定义与分类、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存。

本标准适用于工业与民用建筑物内和公路、铁路(含地铁)隧道等混凝土表面的防火涂料。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否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标准。

- GBJ 107 混凝土强度检验评定标准
- GB/T 1728—1989 漆膜、腻子膜干燥时间测定法
- GB/T 1733—1993 漆膜耐水性测定法
- GB 3186—1982 涂料产品的取样(neq ISO 1512:1974)
- GB/T 9265—1988 建筑涂料 涂层耐碱性的测定
- GB/T 9978 建筑构件耐火试验方法
- GB 14907—2002 钢结构防火涂料
- JC/T 626 纤维增强低碱度水泥建筑平板
- JG/T 24—2000 合成树脂乳液砂壁状建筑涂料

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

混凝土结构防火涂料 fire resistive coating for concrete structure

涂覆在工业与民用建筑物内和公路、铁路隧道等混凝土表面,能形成耐火隔热保护层以提高其结构耐火极限的防火涂料。

4 分类与标记

4.1 分类

4.1.1 混凝土结构防火涂料按使用场所分为

- a) 混凝土构件防火涂料:用于建筑物内混凝土构件的表面。
- b) 隧道防火涂料:用于公路、铁路隧道混凝土结构的表面,其特性为非膨胀型。

4.1.2 混凝土构件防火涂料按其特性分为

- a) 膨胀型:高温时涂层膨胀发泡,形成耐火隔热保护层。
- b) 非膨胀型:涂层密度较小,高温时耐火隔热。

4.2 标记

以汉语拼音字母的缩写作为代号,H代表防火涂料,P和F分别代表膨胀型和非膨胀型,SH代表隧道防火涂料,各类混凝土结构防火涂料名称与代号对应关系如下:

膨胀型混凝土构件防火涂料……PH

非膨胀型混凝土构件防火涂料……FH

隧道防火涂料……SH

5 要求

5.1 一般要求

5.1.1 涂料中不宜采用苯类溶剂、石棉等对人体有害的物质。

5.1.2 涂料可用喷涂、抹涂、辊涂、刮涂和刷涂等方法中任何一种或多种方法施工,并能在通常的自然环境条件下干燥固化。

5.1.3 涂层实干后不应有刺激性气味。

5.2 技术要求

5.2.1 混凝土构件防火涂料的技术要求应符合表1的规定。

表1 混凝土构件防火涂料的技术要求

序号	检验项目	技术指标		缺陷分类
		膨胀型(PH)	非膨胀型(FH)	
1	在容器中的状态	经搅拌后呈均匀液态或稠厚液体,无结块	经搅拌后呈均匀稠厚液体,无结块	C
2	干燥时间,表干/h	≤12	≤24	C
3	粘结强度/MPa	≥0.15	≥0.05	A
4	干密度/(kg/m ³)	—	≤600	C
5	耐水性/h	经24h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	经24h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	B
6	耐碱性/h	经24h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	经24h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	B
7	耐冷热循环试验/次	经15次试验后,涂层不开裂、起层、脱落、变色	经15次试验后,涂层不开裂、起层、脱落、变色	B
8	耐火性能	涂层厚度/mm	7.0±1.0	A
		耐火极限/h	≥1.5	
			15±2	
			≥2.0	

5.2.2 隧道防火涂料的技术要求应符合表2的规定。

表2 隧道防火涂料的技术要求

序号	检验项目	技术指标	缺陷分类	
1	在容器中的状态	经搅拌后呈均匀稠厚液体,无结块	C	
2	干燥时间,表干/h	≤24	C	
3	粘结强度/MPa	≥0.1	A	
4	干密度/(kg/m ³)	≤800	C	
5	耐水性/h	经720h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	A	
6	耐酸性/h	经360h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	B	
7	耐碱性/h	经360h试验后,涂层不开裂、起层、脱落,允许轻微发胀和变色	B	
8	耐冻融循环试验/次	经15次试验后,涂层不开裂、起层、脱落、变色	B	
9	耐湿热性/h	经720h试验后,涂层不开裂、起层、脱落、变色	B	
10	耐火性能	涂层厚度/mm	20±2	A
		耐火极限/h	≥2.0	

6 试验方法

6.1 理化性能试验环境条件

理化性能试件的制备、养护均应在温度 10℃~35℃、相对湿度 40%~85% 的环境下进行；除另有规定外，理化性能试验亦在此条件下进行。

6.2 理化性能试件的制备

干燥时间、粘结强度、耐水性、耐酸性、耐碱性、耐冷热循环性、耐冻融循环性、耐湿热性等项试验的试件按 6.2.1、6.2.2、6.2.3 的规定进行制备。干密度试验的试件按 GB 14907—2002 中的 6.4.6 a) 规定进行制备。

6.2.1 试件用底板

采用符合 JC/T 626 规定的纤维增强低碱度水泥建筑平板。

6.2.2 试件底板尺寸与数量

试验用的试件底板尺寸与数量见表 3。

表 3 试件底板尺寸与数量

序号	项目	尺寸/mm	数量/块
1	干燥时间	150×70×(4~10)	1
2	粘结强度	70×70×(6~10)	5
3	耐水性	150×70×(4~10)	3
4	耐酸性	150×70×(4~10)	3
5	耐碱性	150×70×(4~10)	3
6	耐冷热循环性	150×70×(4~10)	4
7	耐冻融循环性	150×70×(4~10)	4
8	耐湿热性	150×70×(4~10)	3

6.2.3 试件的涂覆与养护

按涂料产品的施工工艺要求，将待测涂料施涂于试件底板的光滑表面上。膨胀型涂料涂层厚度 (3.0±0.5) mm，非膨胀型涂料和隧道防火涂料涂层厚度 (5±1) mm。达到规定厚度后，再适当抹平和修边，使均匀平整。涂好的试件涂层面向上，水平放置干燥养护，其环境温度应符合 6.1 规定，除用于干燥时间的试件外，其余试件的养护期规定为：膨胀型涂料不低于 10 d，非膨胀型涂料和隧道防火涂料不低于 28 d，产品养护有特殊规定除外。耐水性、耐酸性、耐碱性、耐冷热循环性、耐冻融循环性、耐湿热性的试件在养护期满后，用石蜡和松香混合溶液（质量比为 1：1）将试件四周边缘和背面封闭，试件边缘封边宽度 2 mm~3 mm。

6.3 在容器中的状态

按 GB 14907—2002 中的 6.4.1 进行试验。

6.4 干燥时间

按 GB/T 1728—1989 中的 2.2 的乙法：指触法进行试验。

6.5 粘结强度

按 JG/T 24—2000 中的 6.14.2.2 进行试验。

6.6 干密度

按 GB 14907—2002 中的 6.4.7 进行试验。

6.7 耐水性

按 GB/T 1733—1993 中的 9.1 进行试验，试验用水为自来水。要求 3 个试件中至少 2 个合格。

6.8 耐酸性

将试件的 2/3 垂直浸入 3% 的盐酸溶液中至规定时间。要求 3 个试件中至少 2 个合格。

6.9 耐碱性

将试件的 2/3 垂直浸入碱溶液中至规定时间。碱溶液(饱和氢氧化钙)的配制按 GB/T 9265—1988 中的第 6 章进行。要求 3 个试件中至少 2 个合格。

6.10 耐冷热循环性

按 6.2 制备好的试件 4 块为 1 组,留 1 块作为对比样,其他 3 块试件在常温下放置 24 h 后,将试件置于 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的空气环境中 18 h,然后将试件放入 $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的低温箱中 3 h,再将试件从低温箱中取出,立即放入 $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的恒温箱中 3 h,此为 1 个循环。按此反复试验至规定次数,然后取出试件在 6.1 规定的环境条件下放置 1 h,同对比样进行比较,观察涂层有无开裂、起层、脱落、变色等现象发生。要求 3 个试件中至少 2 个合格。

6.11 耐冻融循环性

按照 6.10 相同的程序进行试验,将试件置于 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的空气环境改为自来水。

6.12 耐湿热性

按 GB 14907—2002 中的 6.4.11 进行试验。要求 3 个试件中至少 2 个合格。

6.13 耐火性能

6.13.1 混凝土构件防火涂料耐火性能

6.13.1.1 试验用底板

采用冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板作为试验用底板,如采用型号为 dKB 3606-4~7 的多孔板,该板标志长度 3.6 m,标志宽度 600 mm。冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板的结构见图 1、图 2、图 3。

6.13.1.2 涂覆与养护

在 6.1 规定的条件下,按待测防火涂料的施涂工艺要求,将其均匀施涂于试验用底板下表面至规定的厚度,然后放置在通风干燥的室内自然环境中养护,养护期规定同 6.2.3。

6.13.1.3 涂层厚度的测量

按附录 A(规范性附录)进行测量。

6.13.1.4 耐火性能试验及耐火极限判定

按 GB/T 9978 的有关规定进行,并按设计荷载均布加载。如用 dKB 3606-4~7 型冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板,则按允许外加荷载设计值 7.47 kN/m^2 均布加载。

6.13.2 隧道防火涂料耐火性能

6.13.2.1 耐火试件的制备

试验用底板为:强度等级符合 GBJ 107 规定的 C30 混凝土板,其混凝土板的厚度为 150 mm,受火尺寸不小于 $1\ 100 \text{ mm} \times 1\ 100 \text{ mm}$ 。混凝土板的结构和混凝土板中热电偶的布置位置见图 4、图 5。

隧道防火涂料按其产品的施涂工艺要求施涂在 C30 混凝土板的下表面至规定的厚度,然后放置在通风干燥的室内自然环境中养护,养护期规定同 6.2.3。

涂层厚度的测量:在试验用 C30 混凝土板下表面的涂层上测量 18 个点,其中 8 个测量点靠近热电偶,其余 10 个点均匀分布于涂层表面上,取所有测量点的平均值作为涂层厚度。

6.13.2.2 耐火试件安装

将制备好的试件置于试验炉上,使其底面一面受火。见图 6。

6.13.2.3 试验条件

按 GB/T 9978 规定的炉内热电偶布置要求设置热电偶,并按碳氢时间—温度曲线进行升温 and 测量。碳氢时间—温度曲线表达式如下:

$$T=1080[1-0.325e^{-0.167t}-0.675e^{-2.5t}]+20$$

式中:

t ——试验所经历的时间,单位为分钟(min);

T ——炉内平均温度,单位为摄氏度(°C)。

碳氢时间—温度曲线见图 7。

6.13.2.4 允许控温偏差

试验期间,炉内热电偶测量出的实际平均温度曲线与指定温度曲线对时间的面积百分比偏差值(d_e)应在以下范围内:

- $5 < t \leq 10$ 15%
- $10 < t \leq 30$ $[15 - 0.5(t - 10)]\%$
- $30 < t \leq 60$ $[5 - 0.083(t - 30)]\%$
- $t > 60$ 2.5%

这里:

$$d_e = (A - A_s) \times 100 / A_s$$

d_e ——百分比偏差;

A ——实际炉内温度—时间曲线下的面积;

A_s ——指定炉内温度—时间曲线下的面积;

t ——试验时间,单位为分钟(min)。

所有的面积都应采用同一种方法计算。比如,采用面积和的方法其时间间隔不超过 1 min,并且应从零时开始计算。

在试验开始 10 min 后的任何时间里,由炉内任何一支热电偶测得的炉温与指定温度—时间曲线所对应的温度之差不能超过 100°C。

6.13.2.5 隧道防火涂料耐火极限的判定

耐火试验过程中当下列任一项出现时,则表明试件达到耐火极限:

- 对于混凝土板底面上的任一测温点温度大于 380°C;
- 对于混凝土板内 25 mm 保护层钢筋网底面上的任一测温点温度大于 250°C。

6.13.3 耐火性能的表现

耐火性能以涂覆混凝土板的涂层厚度(mm)和耐火极限(h)来表示,并注明涂层构造方式。涂层厚度精确至:0.1 mm(膨胀型)、1 mm(非膨胀型、隧道防火涂料);耐火极限精确至 0.1 h。

单位为毫米

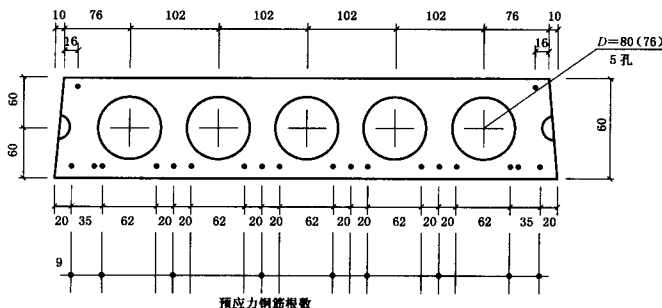


图 1 冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板截面结构

单位为毫米

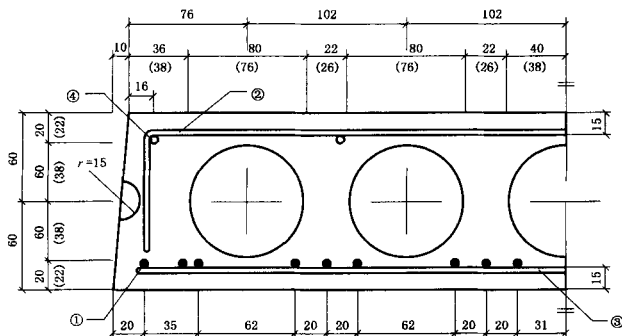
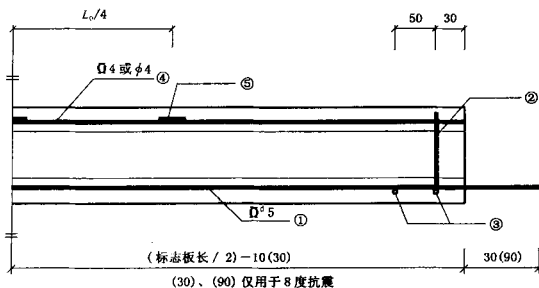


图2 冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板截面构造

单位为毫米



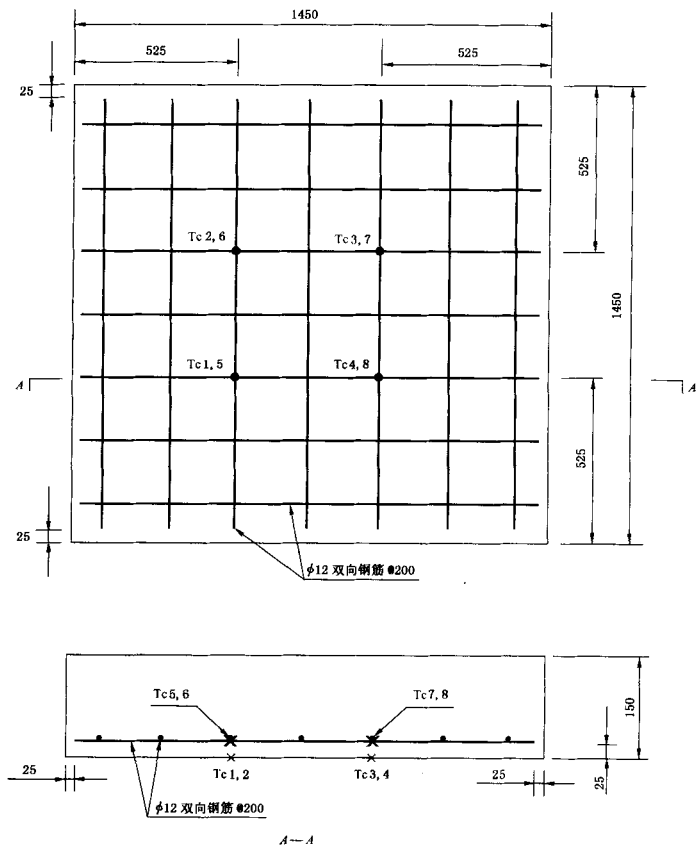
(30)、(90) 仅用于 8 度抗震

横向钢筋表

板宽	钢筋编号	简图	直径	长度/mm	每块			备注
					根数	长度/m	重量/kg	
0.6 m	2		Φ4 或 φ4	772	2	1.55	0.16	
	3		Φ4 或 φ4	570	4	2.28	0.23	
	5		Φ4 或 φ4	610	3	1.83	0.18	标志板长≥3.3 m 时用

图3 冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板配筋及横向钢筋表

单位为毫米



注: Tc1、Tc2、Tc3、Tc4 表示分布在 C30 混凝土板下表面的 4 支热电偶; Tc5、Tc6、Tc7、Tc8 表示分布在 C30 混凝土板内距下表面 25 mm 的 φ12 双向钢筋底面的 4 支热电偶。

图 4 C30 混凝土板结构和热电偶的位置

单位为毫米

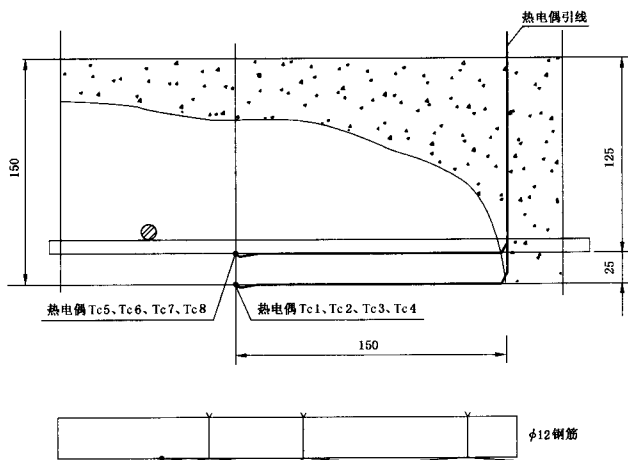


图5 热电偶的固定

单位为毫米

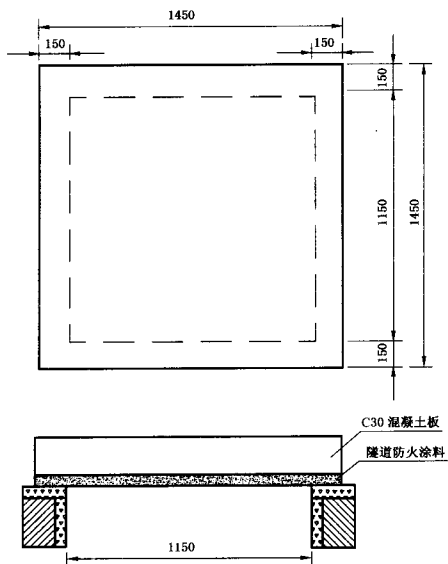


图6 隧道防火涂料耐火试件安装

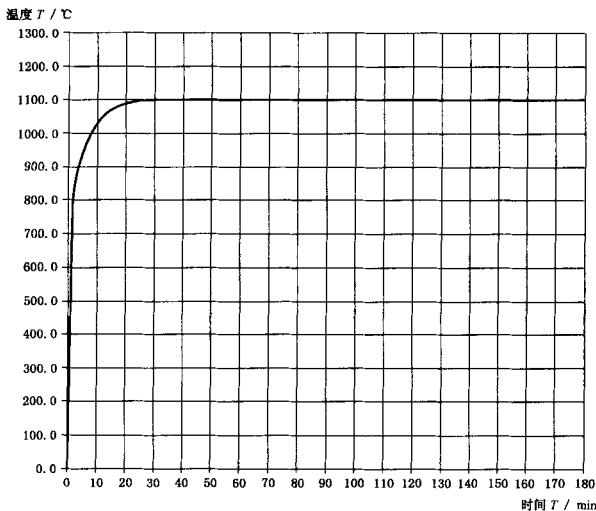


图 7 碳氢时间—温度曲线

7 检验规则

7.1 检验分类

混凝土结构防火涂料的检验分出厂检验和型式检验。

7.1.1 出厂检验

出厂检验项目为在容器中的状态、干燥时间、耐水性、耐酸性、耐碱性、干密度。必要时可按产品特点和预定用途或合同规定增加检验项目。

7.1.2 型式检验

检验项目为本标准规定的全部性能指标。有下列情形之一时，产品应进行型式检验。型式检验被抽样品应从分别不少于 1 000 kg(膨胀型)、2 000 kg(非膨胀型、隧道防火涂料)的产品中随机抽取膨胀型 100 kg、非膨胀型 200 kg、隧道防火涂料 200 kg。

- 新产品投产或老产品转厂的试制定型鉴定；
- 正式生产后，产品的配方、工艺、原材料有较大改变时；
- 产品停产 1 年以上恢复生产时；
- 出厂检验与上次型式检验有较大差异时；
- 正常生产满 3 年时；
- 国家质量监督机构或消防监督部门提出检验要求时。

7.2 组批与抽样

7.2.1 组批

组成一批的混凝土结构防火涂料应为同一批材料、同一工艺条件下生产的产品。

7.2.2 抽样

抽样按 GB 3186—1982 的规定进行。

7.3 判定规则

- 7.3.1 混凝土结构防火涂料的检验结果,各项性能指标均符合本标准要求时,判该产品质量合格。
- 7.3.2 混凝土构件防火涂料除耐火性能、粘结强度和隧道防火涂料除耐火性能、粘结强度、耐水性(不合格属 A,不允许出现)外,其余理化性能尚有严重缺陷(B)和轻缺陷(C),当混凝土构件防火涂料 $B \leq 1$ 且 $B+C \leq 2$,隧道防火涂料 $B \leq 1$ 且 $B+C \leq 3$ 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。

8 标志、包装、运输和贮存

- 8.1 产品包装上应注明生产企业名称、地址、产品名称、型号规格、执行标准号、生产日期或批号、产品保质贮存期等。
- 8.2 产品应采取可靠的容器包装,包装应能防雨、防潮,并附有合格证和产品使用说明书。
- 8.3 产品运输时应防止雨淋、曝晒,并应遵守运输部门的有关规定。
- 8.4 产品应存放在通风、干燥、防止日光直接照射的场所,其堆码高度不超过 3 m。

附录 A
(规范性附录)

**混凝土构件防火涂料耐久试验用
试件尺寸与涂层厚度测量方法**

A.1 测量工具

- A.1.1 钢卷尺 1 把,长 4 m,分度值 1 mm。
A.1.2 钢直尺 1 把,长 1 m,分度值 1 mm。
A.1.3 测厚针或测厚卡尺 1 把,分度值 0.1 mm。

A.2 试件尺寸测量方法

用钢卷尺和钢直尺测量试板有防火涂层一面的长度和宽度,分别在纵横方向距棱边 20 mm 及平面中间位置各测量 1 次,长和宽各 3 个数据,取其算术平均值,所量尺寸以 mm 表示,精确到 0.5。测量位置如图 A.1 所示。

单位为毫米

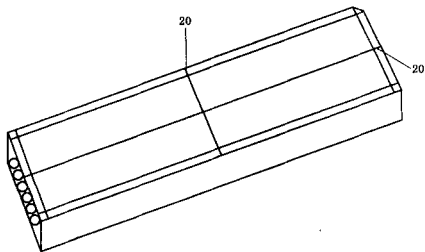


图 A.1 试件尺寸测量位置

A.3 试件表面防火涂层厚度测量方法

- A.3.1 用钢卷尺和直尺紧贴试件涂层表面,将 A.2 测得的试件长度和宽度各 5 等分。
A.3.2 在各纵横等分线交点,用测厚针垂直插入涂层底部触接到混凝土面,读出涂层厚度,精确到 0.1 mm,做好记录。测点位置见图 A.2 所示。

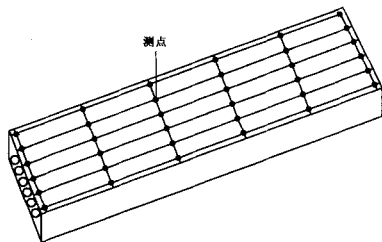


图 A.2 涂层厚度测点位置

- A.3.3 取各测点的算术平均值,作为试件防火涂层的厚度。精确到 0.1 mm。

参 考 文 献

- [1] JTJ 026—90 公路隧道设计规范
 - [2] GBJ 10 混凝土结构设计规范
 - [3] 西南 G231 冷轧带肋钢筋预应力混凝土空心板图集
 - [4] BS EN 1363-2;1999 Fire resistance tests—Part 2; Alternative and additional procedures
《耐火试验 第二部分:可选程序和附加程序》
 - [5] GT-98063 98-CVB-R1161 FIRE PROTECTION FOR TUNNELS Part 1: Fire test procedure for immersed tunnels 隧道防火保护 第一部分:沉埋隧道耐火试验程序
 - [6] ZTV-Tunnel;1995 德国联邦交通部公路隧道建设技术条款及准则
-