

ICS 87.040
G50/59

C I E S C

中国化工学会团体标准

T/CIESC ××××—2020

喷涂型抗爆弹性体材料

Spray Elastomer Material for Blast Mitigation

××××-××-×× 发布

××××-××-×× 实施

中国化工学会 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2020给出的规则起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国化工学会提出并归口。

本标准起草单位：中国石油化工股份有限公司青岛安全工程研究院、应急管理部化学品登记中心、青岛科技大学、中国石化金陵分公司、中国石化燕山分公司。

本标准主要起草人：党文义、于安峰、王全国、凌晓东、杨小刚、曹云波、严明、顾蒙、程庆利、葛春涛、卢卫、陈国鑫、张杰东、王浩喆、刘金玲、管振强、杨珂、甄永乾、张相建、周日峰

喷涂型抗爆弹性体材料

警示—本文件并不是旨在说明与其使用有关的所有安全问题，使用者有责任采取适当的安全和健康措施，并保证符合国家有关法规的规定。

1 范围

本文件规定了喷涂型抗爆弹性体材料的术语和定义、性能要求、试验方法、检验规则、包装、运输与储存。

本文件适用于建筑物、建设工程、基础设施等抗爆能力提升用喷涂型抗爆弹性体材料。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 528 硫化橡胶或热塑性橡胶拉伸应力应变性能的测定
- GB/T 529 硫化橡胶或热塑性橡胶撕裂强度的测定(裤形、直角形和新月形试样)
- GB/T 531.1 硫化橡胶或热塑性橡胶压入硬度试验方法第 1 部分：邵氏硬度计法(邵尔硬度)
- GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定
- GB / T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样
- GB/T 16777 建筑防水涂料试验方法
- GB/T 18244 建筑防水材料老化试验方法
- GB/T 20624.2 色漆和清漆 快速变形(耐冲击性)试验第 2 部分：落锤试验(小面积冲头)
- JC/T 564.1 纤维增强硅酸钙板第 1 部分：无石棉硅酸钙板
- JC 1066 建筑防水涂料中有害物质限量

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

抗爆弹性体材料 elastomer material for blast mitigation

采用喷涂施工工艺使 A、B 两种组分混合、反应生成的具有吸收、抵抗爆炸冲击波的弹性聚合物。

3.2

抗爆涂层 blast mitigation coat

采用喷涂工艺将弹性体抗爆材料附着于被保护物表面形成的覆膜。

3.3

抗气体爆炸性能 gas explosion resistance

将抗爆弹性体材料喷涂于建筑物墙体后形成的抗爆涂层所具有的抗气体爆炸冲击的能力。

4 性能要求

4.1 外观

产品各组分均为均匀粘稠体，无凝胶、结块。

4.2 物理力学性能

4.2.1 抗爆涂层的基本性能应符合表 1 的规定。

表1 基本性能

序号	项目		技术指标
1	不挥发物含量/%		≥99
2	硬度（邵 D）		40~60
3	拉伸强度/MPa		≥20
4	断裂伸长率/%		≥200
5	撕裂强度/（N/mm）		≥100
6	附着力/MPa	混凝土（底漆）	≥1.8（或基材破坏）
		钢材（底漆）	≥4.5
7	耐冲击性/（kg·m）		≥6
8	低温弯折性/℃		≤40

4.2.2 抗爆涂层的耐久性能应符合表 2 的规定。

表 2 耐久性能

序号	项目		技术指标
1	热处理、酸处理、 碱处理、盐处理、 人工气候老化（氙 灯）	拉伸强度保持率/%	≥80
		断裂伸长率/%	≥160
		撕裂强度保持率/%	≥80

4.2.3 有害物质含量

产品中有害物质含量应符合JC 1066-2008中反应型建筑防水涂料A型要求。

4.2.4 抗气体爆炸性能

抵御气体爆炸冲击强度 $\geq 350\text{kPa}/200\text{ms}$ 。

5 试验方法

5.1 标准试验条件

标准试验条件为：温度 $(23\pm 2)^\circ\text{C}$ ，相对湿度 $(60\pm 15)\%$ 。

5.2 试验设备

5.2.1 拉力试验机：测量值在量程的（15~85）%。示值精度不低于1%，伸长范围大于500mm。

5.2.2 低温冰柜：能达到 -40°C ，精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.2.3 电热鼓风干燥箱：控温精度 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。

5.2.4 冲片机，符合GB/T528要求的哑铃 I 型裁刀和符合GB/T529-2008中5.1.2要求的直角撕裂裁刀。

5.2.5 厚度仪：接触面直径6mm，单位面积压力0.02MPa，分度值0.01mm。

5.2.6 半导体温度计：量程 $(-50\sim 30)^\circ\text{C}$ ，分度值0.1 $^\circ\text{C}$ 。

5.2.7 氙弧灯老化试验箱：符合GB/T18244-2000要求的氙弧灯老化试验箱。

5.2.8 游标卡尺：精度 $\pm 0.02\text{mm}$ 。

5.2.9 天平：精度0.1mg。

5.2.10 邵D硬度计：精度1级。

5.2.11 耐冲击仪：符合GB/T 20624.2-2006要求。

5.2.12 弯折仪：符合GB/T 16777-2008的要求。

5.3 样板制备

5.3.1 样板制备方法

样板制备方法见附录A。

5.3.2 试件尺寸及数量见表3。

表3 试件尺寸及数量

序号	项目	试件制备方法	试件尺寸	数量/个
1	硬度	按附录 A.1 制样	100mm×25mm	1
2	拉伸性能	按附录 A.2 制样	符合 GB/T 528-2009 规定的 I 型哑铃状 试件	5
3	撕裂强度	按附录 A.2 制样	符合 GB/T 529-2008 中规定的无割口直 角形	5
4	附着力	按附录 A.3 制样	70 mm×70mm	3
5	耐冲击性	按附录 A.4 制样	120mm×50mm	3
6	低温弯折性	按附录 A.2 制样	100mm×25mm	3

表3 试件尺寸及数量 (续)

序号	项目		试件制备方法	试件尺寸	数量/个
7	热处理、酸处理、碱处理、盐处理、人工气候老化 (氙灯)	拉伸性能	按附录 A.2 制样	处理前 120mm×25mm, 处理后截取符合 GB/T528-2009 规定的 I 型哑铃状试件	每种方法需 5 个
		撕裂性能	按附录 A.2 制样	处理前 120mm×25mm, 处理后截取符合 GB/T 529-2008 中规定的无割口直角形试件	每种方法需 5 个

5.4 外观

目测检查。

5.5 不挥发物含量

参照 GB/T 1725-2007 规定进行。将试样喷涂至平底皿 (m_0) 内, 在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, 相对湿度为 $(60 \pm 15)\%$ 的环境下放置 24 h 后称重 (m_1), 且应保证 $m_0/m_1 < 20\%$ 。再放入 $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的烘箱中恒温 2 h 后, 取出放入干燥器中, 在标准试验条件下冷却 2 h, 然后称重 (m_2)。不挥发物含量 X (%) 按下式计算:

$$X = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100 \quad (1)$$

式中:

m_0 ——平面皿质量, 单位为克 (g);

m_1 ——干燥前试样和培养皿质量, 单位为克 (g);

m_2 ——干燥后试样和培养皿质量, 单位为克 (g)。

5.6 硬度

采用邵氏D型硬度计按GB/T 531.1-2008标准进行测试。

5.7 拉伸性能

按GB/T 528-2009中规定进行试验, 采用 I 型哑铃状试件, 拉伸速度为 (500 ± 50) mm/min。

5.8 撕裂强度

按GB/T 529-2008中规定进行试验, 采用直角形试件, 无割口, 拉伸速度为 (500 ± 50) mm/min。

5.9 附着力

按GB/T 16777-2008中第7章A法规定进行试验。

5.10 耐冲击性

参照GB/T 20624.2-2006的规定, 采用正面冲击涂层的方式进行测试。采用12.7 mm的球形冲头, 选择合适的导管和重锤。调整重锤降落高度, 记录试样冲击破坏的终点。试验结果以 (kg m) 表示。

5.11 低温弯折性

按GB/T 16777-2008中第14章进行试验。

5.12 热处理

5.12.1 拉伸性能按GB/T 16777-2008中9.2.2进行试验。

5.12.2 撕裂强度试验

将试件按表3要求采取5个(120×25)mm矩形试件平放在隔离材料上,水平放入已达到规定温度的电热鼓风烘箱中,加热温度为(80±2)℃。试件与箱壁间距不得少于50mm,试件宜与温度计的探头在同一水平位置,在规定温度的电热鼓风烘箱中恒温(168±1)h取出,然后在标准试验条件下放置4h,裁取符合GB/T 529-2008要求的无割口直角形试件,按GB/T 16777-2008第10章要求进行撕裂强度试验。

5.13 酸处理

5.13.1 拉伸性能按GB/T 16777-2008中9.2.4进行试验。

5.13.2 撕裂强度试验

在(23±2)℃下,在600mL的2%化学纯硫酸(H₂SO₄)溶液中,放入按表3裁取的5个(120×25)mm矩形试件,液面应高出试件表面10mm以上,连续浸泡(168±1)h取出,充分用水冲洗,擦干,在标准试验条件下放置4h,裁取符合GB/T 529-2008要求的无割口直角形试件,按GB/T 16777-2008第10章要求进行撕裂强度试验。

5.14 碱处理

5.14.1 拉伸性能按GB/T 16777-2008中9.2.3进行试验。

5.14.2 撕裂强度试验

在(23±2)℃下,在0.1%化学纯氢氧化钠(NaOH)溶液中,加入Ca(OH)₂试剂,并达到过饱和状态。在600mL该溶液中放入按表3裁取的5个(120×25)mm矩形试件,液面应高出试件表面10mm以上,连续浸泡(168±1)h取出,充分用水冲洗,擦干,在标准试验条件下放置4h,裁取符合GB/T 529-2008要求的无割口直角形试件,按GB/T 16777-2008第10章要求进行撕裂强度试验。

5.15 盐处理

5.15.1 试件处理

在(23±2)℃下,用化学纯氯化钠(NaCl)配置成3%的水溶液,将按表3裁取的5个(120×25)mm矩形试件浸入溶液中,液面应高出试件表面10mm以上,连续浸泡(168±1)h取出,充分用水冲洗,擦干,在标准试验条件下放置4h以上。

5.15.2 试验步骤

拉伸性能按GB/T 16777-2008中9.2.1进行试验。

撕裂强度按GB/T 16777-2008第10章要求进行撕裂强度试验。

5.16 人工气候老化

5.16.1 试件处理

按表3裁取的5个(120×25)mm矩形试件放入符合GB/T 18244要求的氙弧灯老化试验箱中,试验累计辐照能量为1500MJ/m²(约720h)后取出,擦干,在标准试验条件下放置4h。

5.16.2 试验步骤

拉伸性能按5.7进行试验。撕裂强度按5.8进行试验。试验累计辐照能量为1500MJ/m²(约720h)。

5.17 有害物质含量

按JC 1066-2008中反应型防水涂料A型进行试验。

5.18 抗气体爆炸性能

按附录2规定的试验方法进行试验。

6 检验规则

6.1 检验分类

按检验类型分为出厂检验和型式检验。

6.1.1 出厂检验

出厂检验项目包括：外观和不挥发物含量。

6.1.2 型式检验

型式检验项目包括第4章中所有规定，在下列情况下进行型式检验：

- a) 新产品投产或产品定型鉴定时；
- b) 正常生产时，每年进行一次。其中人工气候老化试验，每两年进行一次；
- c) 原材料、工艺等发生较大变化，可能影响产品质量时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- e) 产品停产6个月以上恢复生产时。

6.2 组批

以同一类型5t为一批，不足5t按一批检验。

6.3 抽样

在每批产品中按GB/T 3186规定取样，按配比总共取不少于40 kg样品。分为两组，放入不与涂料发生反应的干燥密闭容器中，密封储存。

6.4 判定规则

6.4.1 单项判定

6.4.1.1 外观

抽取的样品外观符合标准规定时，判该项合格。

6.4.1.2 有害物质含量

有害物质含量符合JC 1066-2008反应型防水涂料A型要求时，判该项合格。

6.4.1.3 物理力学性能

a) 拉伸强度、断裂伸长率、撕裂强度、不挥发物含量、附着力、处理后拉伸强度保持率、处理后断裂伸长率、硬度（邵D）、耐冲击性以其算数平均值达到标准规定的指标判为该项合格。

b) 低温弯折性以三个试件分别达到标准规定时判为该项合格。

c) 各项试验结果均符合4.2规定，则判该批产品物理力学性能合格。

d) 若有两项或两项以上不符合标准规定，则判该批产品物理力学性能不合格。

e) 若仅有一项指标不符合标准规定，允许在该批产品中再抽同样数量的样品，对不合格项进行单项双倍复验，达到标准规定时，则判该批产品物理力学性能合格，否则判为不合格。

6.4.1.4 气体爆炸测试

测试样品在爆炸冲击作用下，涂层整体结构完整，无破裂和开裂，判该项为合格。

6.4.2 总判定

试验结果符合本文件第4章相关类型规定的全部要求时，则判该批产品合格。

7 包装、运输与储存

7.1 包装

产品宜用清洁、干燥的镀锌铁桶包装，包装桶盖严格密封并有外封盖。不同组分的包装应有明显区别，包装容器表面应有清晰牢固的标志，标明产品名称、商标、型号、净重、生产厂名、使用说明、安全事项、批号、生产日期、运输与储存注意事项、储存期。

7.2 运输与储存

不同类型、规格的产品应分别堆放，不应混杂，避免日晒雨淋，禁止接近火源，防止碰撞，注意通风。储存温度宜为 10℃~40℃。

在正常储存、运输条件下，储存期自生产日起不少于六个月。

附录 A
(规范性附录)
样板制备方法

A.1 A型样板制备方法

在温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下，采用专用喷涂设备，将抗爆涂料喷涂于聚氯乙烯（PVC）或聚丙烯（PP）平板上，PVC或PP平板应平整无变形。喷涂涂层厚度不低于6mm。将喷涂后的样板置于温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下不少于24小时。然后将抗爆涂层从PVC或PP平板上脱模，将脱模后的抗爆涂层置于温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下7天，然后进行相关性能测试试验。

A.2 B型样板制备方法

在温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下，采用专用喷涂设备，将抗爆涂料喷涂于聚氯乙烯（PVC）或聚丙烯（PP）平板上，PVC或PP平板应平整无变形，尺寸宜为1200 mm×800 mm。喷涂涂层厚度为 (2 ± 0.2) mm。将喷涂后的样板置于温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下不少于24小时。然后将抗爆涂层从PVC或PP平板上脱模，将脱模后的抗爆涂层置于温度为 $(23\pm 2)^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度为 $(60\pm 15)\%$ 的环境下7天，然后进行相关性能测试试验。

A.3 C型样板制备方法

按 GB/T 16777-2008 中第 7 章 A 法规定制备 C 型样板。水泥砂浆块采用强度等级 42.5 的普通硅酸盐水泥，水泥和中砂的质量配比为 1:1。

A.4 D型样板制备方法

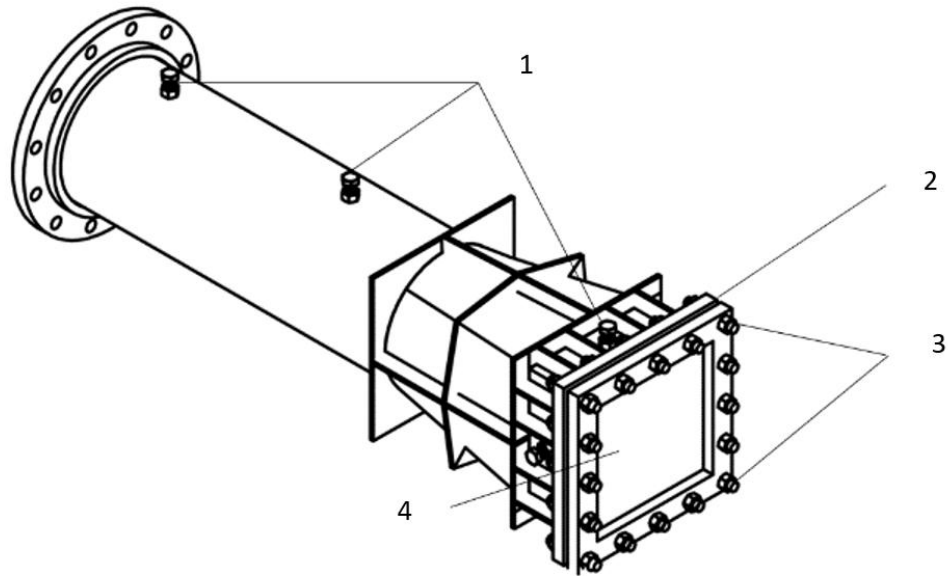
底材采用普通低碳素钢板，厚度应为 (0.55 ± 0.10) mm，平整无扭曲。试样的大小应允许 5 个不同位置进行试验，每个位置之间至少相距 40 mm，并且离板的边缘至少 20 mm。

附录 B
(规范性附录)
气体爆炸测试方法

B.1 仪器设备准备

B.1.1 气体爆炸发生装置

气体爆炸发生装置能够产生所需的气体爆炸冲击波，并将爆炸载荷施加到测试样品上。气体爆炸发生装置应采用可燃气体作为爆炸源，试验过程峰值压力和超压持续时间误差 $\leq 20\%$ 。气体爆炸发生装置示意图如1所示。



标引序号说明：

1—压力传感器

2—测试样品固定装置

3—固定螺栓

4—测试样品

图 1 气体爆炸发生装置示意图

B.1.2 测试件固定装置

测试样品应通过刚性测试件固定装置支撑，通过该试件固定装置可以将测试试样牢固地连接在气体爆炸发生装置上。整个试件固定装置应具有足够的刚性，在承受反复施加的测试载荷作用下不发生永久变形。

B.1.3 测试样品的安装

每个测试样品都安装在测试件固定装置内，测试样品的四个边缘均采用 $140 \pm 30 \text{ kN/m}^2$ 的夹紧压力

均匀夹紧。测试件暴露在爆炸冲击波的区域不小于 (350 ± 2) mm \times (350 ± 2) mm。测试样品均应置于爆炸冲击波方向，在任何方向上的精度为 $\pm 2^\circ$ 。

B.1.4 压力测量

压力测量应采用压阻式冲击波压力传感器，压力传感器的最大量程需大于气体爆炸发生装置产生的爆炸压力，传感器数量不少于 2 只，采样时间间隔不小于 0.01 ms。冲击波压力传感器数据采集时间不晚于冲击波到达测试试样的时间，记录时间不小于冲击波正压持续时间的 10 倍。

B.1.5 高速相机

试验测试过程中利用高速相机记录测试样品冲击波作用下的形变及最终形态，高速相机拍摄速率不低于 3000 帧/秒，高速相机视频采集开始时间不晚于冲击波到达测试试样的时间，结束时间不早于测试样品形变结束时间。

B.1.6 测试样品

a) 测试样品基材选择：选用纤维增强硅酸钙板，选用的基材满足 JC/T 564.1-2018 纤维增强硅酸钙板要求。

b) 按要求的配比和环境条件，采用专用喷涂设备，将抗爆涂层样品喷涂于试样上。专用喷涂设备的温度与动态压力按抗爆涂层规定的要求，设定温度应不小于 60°C ，动态压力应大于 13.8 MPa。

c) 试样平整不得翘曲且表面干净、平滑、没有空隙，没有流挂，没有龟裂，没有明显缺陷，覆膜按抗爆涂层的要求一次或多次成型（最多三次，每次间隔时间以前一道表干为准），成型时应均匀成膜，使涂膜厚度为 (3.0 ± 0.2) mm。

B.2 测试程序和要求

B.2.1 测试前准备

根据实验所需的冲击波爆炸参数，确定所需要的冲击波压力和冲量，将测试样品安装在测试件固定装置和气体爆炸发生装置中，检查固定装置的安装是否正确，并记录检验结果。

在试验前的 30 分钟内记录环境压力、相对湿度、温度和试验样品的保护/背面表面温度。

检查试件的型号、规格尺寸及组成是否符合试验要求，试件安装应符合设计要求，并以实际安装方式固定在试验框架上。检测前宜对试件进行影像记录，包括照片和录像。

检测有要求时，可安装高速摄像机记录试验过程，高速相机应安装在试件后方，并采取有效的保护措施。

压力传感器应安装牢固，数据传输线及数据采集系统应采取有效的保护措施。检测前应对压力传感器及数据采集系统进行调试。

执行适当的安全程序并准备测试。

B.2.2 测试过程

将测试样品置于气体爆炸发生装置，点火并产生所需峰值压力和冲击载荷的一个冲击波。利用点火信号触发所有仪器和设备数据及图像记录工作，冲击波压力传感器记录爆炸压力时程曲线，高速相机记录测试样品变化过程及最终形态。

B.2.3 测试后

试验测试结束后，只有在解除警戒确认现场安全的前提下，检测人员才能进入检测场地，检查并记录试件以下项目：

a) 检查试件外观并进行影像记录。

b) 检查测试样品表面（正面、背面）是否有肉眼可见的开裂或者断裂。

- c) 测量并记录试件所有的裂口和脱落的涂层位置及尺寸。
 - d) 对仪器设备试验后的状态进行检查和记录。
-