



中华人民共和国国家标准

GB/T 15231—2008
代替 GB/T 15231.1~15231.5—1994

玻璃纤维增强水泥性能试验方法

Test methods for the properties of glassfibre reinforced cement

2008-07-30 发布

2009-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准代替 GB/T 15231.1~15231.5—1994《玻璃纤维增强水泥性能试验方法》。

本标准对 GB/T 15231.1~15231.5—1994 的整合修订,除了将 GB/T 15231.1~15231.5—1994 标准的 5 个部分调整为整合后标准中各章的内容之外,还对少部分内容进行了修订与补充。本标准与 GB/T 15231.1~15231.5—1994 相比,主要变化如下:

- 增加了“术语和定义”;
- 增加了“吸水率”试验方法;
- 增加了“抗冻性”试验方法;
- 将“抗拉性能”简化为“抗拉强度”,取消了“抗拉比例极限强度”和“抗拉弹性模量”的试验方法;
- 对用连续玻璃纤维或纤维织物做增强材料的 GRC 试件的抗弯性能试验方法进行了专门规定。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会归口。

本标准起草单位:中国建筑材料科学研究总院、中国建筑材料联合会玻璃纤维增强水泥(GRC)分会。

本标准起草人:崔玉忠、崔琪。

本标准委托中国建筑材料科学研究总院水泥科学与新型建筑材料研究所负责解释。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- GB/T 15231.1~15231.5—1994。

玻璃纤维增强水泥性能试验方法

1 范围

本标准规定了玻璃纤维增强水泥试件的体积密度、含水率、吸水率、抗压强度、抗弯性能(抗弯比例极限强度、抗弯破坏强度和抗弯弹性模量)、抗拉强度、抗冲击强度、抗冻性和玻璃纤维含量的试验方法。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

2.1

玻璃纤维增强水泥 glassfibre reinforced cement(简称:GRC)

以水泥砂浆或水泥净浆为基体、以耐碱玻璃纤维为增强材料而制成的复合材料。

2.2

试验板 test board

为了评价 GRC 材料或者 GRC 产品的性能而成型的平板。试验板应在与产品相同的条件下成型,但不包含面层装饰性材料。

2.3

试件 piece

用于测试某种性能的样品,试件的表面不应含有装饰性材料。通常情况下,试件是从试验板上切割而成;有特殊需求时,试件也可从制品上切割而成。

2.4

玻璃纤维含量 glassfibre content

玻璃纤维在玻璃纤维增强水泥复合材料中所占的质量百分数。

2.5

短切玻璃纤维 chopped glassfibre

用切割器或者其他刀具将玻璃纤维无捻粗纱切断而成的玻璃纤维段,用于 GRC 中的短切玻璃纤维的长度通常为 10 mm~50 mm。

2.6

连续玻璃纤维 continuous glassfibre

以卷装形式提供的连续长纤维。

3 试件制备

通常情况下,按照需要,成型若干块标称尺寸为 800 mm×800 mm×10 mm 和/或 300 mm×300 mm×30 mm 的试验板,在距离试验板边缘 50 mm 以内的部位,切割用于不同性能试验的试件,试件的长度方向根据试验需求确定;试件表面应平整,试件尺寸和数量应符合表 1 规定。

表 1 试件尺寸和数量

性 能	试件尺寸			试件数量/ 个	试件外形
	长度/mm	宽度/mm	厚度/mm		
体积密度、含水率、吸水率	100±2	100±2	10±2	6	正方形
抗弯性能	250±2	50±2	10±2	6	长方形
抗拉强度	250±2	30±2	10±2	6	
抗冲击强度	120±2	50±2	10±2	6	
抗压强度	30±2	30±2	30±2	12	正方体
抗冻性	100±2	100±2	10±2	6	正方形

当有特殊需求时,可从制品上切割试件,应保证在切割过程中不对试件造成任何损害,试件的两个表面均应平整并相互平行。根据制品在实际应用时的受力情况,确定试件的长度方向。试件数量应符合表 1 规定,试件标称尺寸宜符合表 1 规定;若从制品上不能切割出符合表 1 规定的试件尺寸时,则试件尺寸应符合表 2 规定。

表 2 试件尺寸

性 能	试 件 尺 寸
体积密度、含水率、吸水率、抗冻性	边长 95 mm~100 mm,厚度为制品的厚度。
抗弯性能	宽度 45 mm~50 mm,长度不小于厚度的 16 倍,厚度不超过 15 mm。
抗拉强度	宽度 25 mm~30 mm,试件的测长与宽度之比不小于 5,厚度不超过 15 mm。
抗冲击强度	宽度 45 mm~50 mm,长度 115 mm~120 mm,厚度不超过 15 mm。
抗压强度	边长为 95 mm~100 mm 的立方体

4 体积密度、含水率和吸水率

4.1 仪器设备

- 4.1.1 干燥箱:温度可控制在(100±5)℃。
- 4.1.2 天平:称量范围 0 g~1 000 g,精度 0.1 g。
- 4.1.3 游标卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,精度 0.02 mm。
- 4.1.4 干燥器。
- 4.1.5 水容器。

4.2 试验步骤

- 4.2.1 将试件置于通风良好的室内 3 d,称量其在气干状态的质量 m_1 ,精确到 0.1 g。
- 4.2.2 将试件放入温度为(60±5)℃干燥箱中,干燥时间不少于 24 h,然后每间隔 2 h 称量一次,直到连续两次的称量值之差小于较小值的 0.5% 时为止。将试件从干燥箱中取出,放入干燥器中冷却到室温,称量其在干燥状态的质量 m_2 ,精确到 0.1 g。
- 4.2.3 试件体积的测量方法有以下两种。
 - 4.2.3.1 对于外观规整的试件,其体积 V 的测量方法为:在每对对应边上各测量两次长度,分别取其平均值作为边长 c_1 、 c_2 ,精确到 0.1 mm;在四个边的中部各测量一次厚度,取其平均值作为试件的厚度 h ,精确到 0.1 mm。

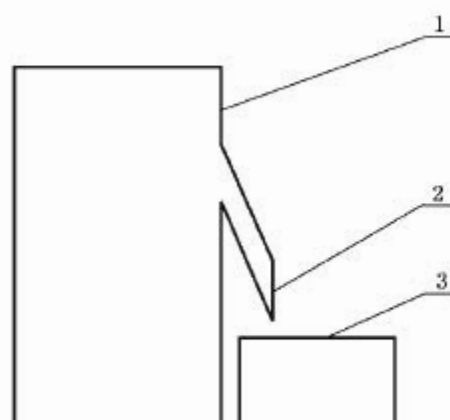
4.2.3.2 对于外观不规整的试件,其体积 V 的测量方法为:

4.2.3.2.1 仪器设备

4.2.3.2.1.1 天平:称量范围 0 g~1 000 g,精度 0.1 g。

4.2.3.2.1.2 排水桶:高度 300 mm,直径 150 mm 或边长 150 mm,如图 1 所示。

4.2.3.2.1.3 塑料水容器:容积约为 500 mL,高度约 50 mm,如图 1 所示。



- 1——排水桶;
2——排水桶溢水口;
3——塑料水容器。

图 1 排水桶示意图

4.2.3.2.1.4 细线:能在试验期间承受试件的重力作用。

4.2.3.2.2 测量步骤

4.2.3.2.2.1 把塑料水容器放在排水桶的溢水口下方,保持排水桶稳定,缓慢向排水桶中注水,直到水从溢水口溢出。

4.2.3.2.2.2 等待数分钟,直到溢水口不再滴水。

4.2.3.2.2.3 将水容器中的水倒掉,擦干内、外表面,称其质量 m_r ,精确到 0.1 g。

4.2.3.2.2.4 将水容器放置在溢水口下方。

4.2.3.2.2.5 用水浸透细线,并用湿布擦去细线中的多于水分。

4.2.3.2.2.6 取饱水状态的试件(见 4.2.4),擦干表面水分。

4.2.3.2.2.7 用湿的细线将试件捆绑牢固,并留出约 400 mm 长度。

4.2.3.2.2.8 手提细线末端,将捆绑牢固的试件轻轻沉入桶底,待试件在水中稳定后再松开手提端的细线。应避免试件在沉入过程中对桶内的水造成冲击。

4.2.3.2.2.9 等待数分钟,直到溢水口不再滴水。

4.2.3.2.2.10 擦干水容器外表面,称量水容器和溢出水的质量 m_s ,精确到 0.1 g。

4.2.3.2.2.11 重复 4.2.3.2.2.1~4.2.3.2.2.10,进行第二次测量。

4.2.3.2.3 结果计算

按照公式(1)计算试件体积,结果以两次测量结果的算术平均值表示,精确到 0.1 cm³。

$$V = \frac{m_s - m_r}{\rho_{\text{水}}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

V ——试件的体积,单位为立方厘米(cm³);

m_r ——水容器质量,单位为克(g);

m_s ——水容器和溢出水的质量 m_2 ,单位为克(g);

$\rho_{\text{水}}$ ——水的密度,取 $\rho_{\text{水}} = 1 \text{ g/cm}^3$ 。

4.2.4 再将试件浸泡于温度不低于 10 ℃的水中,浸水时间不少于 24 h,然后每间隔 2 h 称量一次,直到连续两次称量值之差小于较小值的 0.5% 时为止。将试件从水中取出,用湿毛巾擦去表面水分,称量

其在饱水状态的质量 m_3 , 精确到 0.1 g。

4.3 结果计算

按照公式(2)计算体积密度, 结果以六个试件的算术平均值表示, 精确到 0.1 g/cm³; 按照公式(3)计算含水率, 结果以六个试件的算术平均值表示, 精确到 0.1%; 按照公式(4)计算吸水率, 结果以六个试件的算术平均值表示, 精确到 0.1%。

$$\rho = \frac{m_2}{c_1 \times c_2 \times h} \times 10^3 \text{ 或 } \rho = \frac{m_2}{V} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$w_h = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$w_x = \frac{m_3 - m_2}{m_2} \times 100 \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

ρ ——体积密度, 单位为克每立方厘米(g/cm³);

w_h ——含水率, %;

w_x ——吸水率, %;

c_1, c_2 ——试件的两个边长, 单位为毫米(mm);

h ——试件的厚度, 单位为毫米(mm);

V ——试件的体积, 单位为立方厘米(cm³);

m_1 ——在气干燥状态的质量, 单位为克(g);

m_2 ——试件在干燥状态的质量, 单位为克(g);

m_3 ——试件在饱水状态的质量, 单位为克(g)。

5 抗压强度

5.1 仪器设备

5.1.1 电子试验机: 测力范围 0 kN~100 kN, 精度 1%。

5.1.2 游标卡尺: 测量范围 0 mm~200 mm, 精度 0.02 mm。

5.2 试验步骤

5.2.1 将试件置于通风良好的室内 3 d。

5.2.2 将 12 个试件随机分成两组, 六个试件的承载方向平行于试件模板面(称为面内受压, 即加载方向与纤维分布面平行), 另外六个试件的承载方向垂直于试件模板面(称为面外受压, 即加载方向与纤维分布面垂直)。

5.2.3 测量每个试件受压面的尺寸, 在试件的中央部位分别测其长度 a 和宽度 b , 精确到 0.1 mm。

5.2.4 将试件置于压力机承压板上, 确保试件为中心受压, 以 2 mm/min~5 mm/min 的速度匀速加载, 直至试件破坏。

5.2.5 记录破坏荷载 P_c 。

5.3 结果计算

按照公式(5)计算抗压强度, 结果以各承载方向六个试件的算术平均值表示, 精确到 0.1 MPa。

$$\sigma_c = \frac{P_c}{a \times b} \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

σ_c ——抗压强度, 单位为兆帕(MPa);

P_c ——破坏荷载, 单位为牛顿(N);

a ——试件受压面长度, 单位为毫米(mm);

b ——试件受压面宽度,单位为毫米(mm)。

6 抗弯性能(比例极限强度、破坏强度、弹性模量)

6.1 仪器设备

6.1.1 电子试验机:测力范围 0 kN~20 kN,精度 1%,可记录荷载-挠度曲线;当仅对抗弯破坏强度(通常称为抗弯强度)进行试验时,也可使用无法记录荷载-挠度曲线的电子试验机。

6.1.2 游标卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,精度 0.02 mm。

6.1.3 挠度计:测量范围 0 mm~50 mm,精度 0.02 mm。

6.2 试验步骤

6.2.1 将试件置于通风良好的室内 3 d。

6.2.2 抗弯试验装置与加载方式如图 2,该装置用钢材制成,支座圆辊直径 12 mm。以检验制品质量为目的的抗弯试验,试件的跨度可以为厚度的 16 倍~20 倍。

6.2.3 如果需要记录荷载-挠度曲线,则在跨度中央测量挠度。

单位为毫米

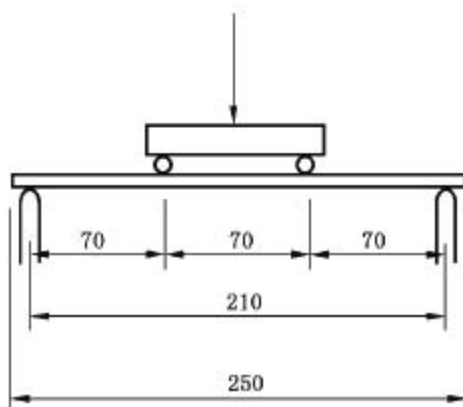


图 2 抗弯试验装置与加载方式

6.2.4 对于全部用短切玻璃纤维作增强材料的试件,三块试件的模板面朝下,三块试件的模板面朝上;对于用连续纤维或纤维织物作增强材料的试件,以连续纤维或纤维所在的主平面朝下。

6.2.5 以 2 mm/min~5 mm/min 的速度匀速加载,直到试件破坏,记录荷载-挠度曲线或者直接读取抗弯破坏荷载 P_m 。

6.2.6 避开破坏断面,在靠近破坏的位置测量试件的宽度 b 和厚度 h ,均精确到 0.1 mm。

6.3 结果处理

6.3.1 在荷载-挠度曲线上读取下列数值:

(1) 比例极限荷载 P_1 (即:在曲线上刚开始离开直线处的荷载);

(2) 破坏荷载 P_m (即:曲线上最高点处的荷载);

(3) $\frac{2}{3} \times P_1$;

(4) $\left(\frac{2}{3} \times P_1\right)$ 点对应的挠度值 δ 。

6.3.2 按照公式(6)计算抗弯比例极限强度,按照公式(7)计算抗弯破坏强度,结果均以六个试件的算术平均值表示,精确到 0.1 MPa;按照公式(8)计算抗弯弹性模量,结果以六个试件的算术平均值表示,精确到 1 MPa。

$$\sigma_{\text{LOP}} = \frac{P_1 L}{bh^2} \dots\dots\dots (6)$$

$$\sigma_{\text{MOR}} = \frac{P_m L}{bh^2} \dots\dots\dots (7)$$

$$E = \frac{23P_1L^3}{162\delta bh^3}$$

.....(8)

式中：

- σ_{LOP} ——抗弯比例极限强度,单位为兆帕(MPa);
- σ_{MOR} ——抗弯破坏强度或抗弯强度,单位为兆帕(MPa);
- E ——抗弯弹性模量,单位为兆帕(MPa);
- P_1 ——抗弯比例极限荷载,单位为牛顿(N);
- P_m ——抗弯破坏荷载,单位为牛顿(N);
- L ——跨度,单位为毫米(mm);
- δ ——跨中挠度,单位为毫米(mm);
- b ——试件宽度,单位为毫米(mm);
- h ——试件厚度,单位为毫米(mm)。

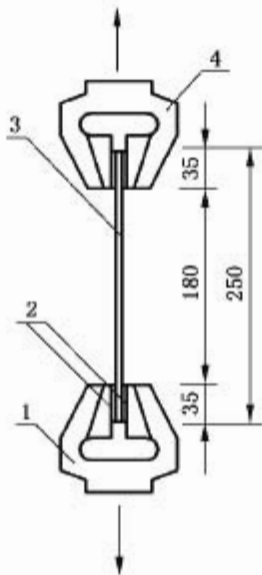
7 抗拉强度

7.1 仪器设备

- 7.1.1 电子试验机:测力范围 0 kN~100 kN,精度 1%。
- 7.1.2 游标卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,精度 0.02 mm。

7.2 试验步骤

- 7.2.1 将试件置于通风良好的室内 3 d。
- 7.2.2 用软质笔在试件上划出测长标线,试件测长为 180 mm;以检验制品质量为目的的抗拉试验,试件的测长与宽度之比不应小于 5。
- 7.2.3 如图 3,将试件推入楔形夹头中,在夹头与试件之间垫柔性垫片,夹紧试件;保持试件垂直受拉。
单位为毫米



- 1——下楔形夹头;
- 2——柔性垫片;
- 3——试件;
- 4——上楔形夹头。

图 3 抗拉试验装置

- 7.2.4 以 2 mm/min~5 mm/min 的加载速度匀速加载,直到在试件破坏,记录抗拉破坏荷载 P_t 。
- 7.2.5 避开破坏断面,在靠近破坏的位置测量试件的宽度 b 和厚度 h ,均精确到 0.1 mm。

7.3 结果计算

按照公式(9)计算抗拉强度,结果以六个试件的算术平均值表示,精确到 0.1 MPa。

$$\sigma_t = \frac{P_t}{bh} \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- σ_t ——抗拉强度,单位为兆帕(MPa);
 P_t ——抗拉破坏荷载,单位为牛顿(N);
 b ——试件宽度,单位为毫米(mm);
 h ——试件厚度,单位为毫米(mm)。

8 抗冲击强度

8.1 仪器设备

8.1.1 冲击试验机:摆锤式冲击试验机,可选择附带 0 J~7.5 J、0 J~15 J、0 J~25 J 三个能量级别的摆锤,精度 1%;跨距可调整为 70 mm。

8.1.2 游标卡尺:测量范围 0 mm~200 mm,精度 0.02 mm。

8.2 试验步骤

8.2.1 将试件置于通风良好的室内 3 d。

8.2.2 选用适当能量级别的摆锤,使冲断试件所消耗的能量为该摆锤最大能量的 20%~80%。

8.2.3 三个试件的模板面与竖直支撑面紧密贴合,另外三个试件的抹平面与竖直支撑面紧密贴合。在试件中部用软质笔划线,测量试件划线部位的宽度 b 和厚度 h ,均精确到 0.1 mm。

8.2.4 保持试件的稳定,并使试件上的划线对准摆锤的刃口。操作冲击试验机控制机构,使摆锤自由落下,冲击试件使其破坏。

8.2.5 读取并记录冲击能量值,根据所用摆锤的最大能量,估读一位尾数。

8.3 结果计算

按照公式(10)计算抗冲击强度,结果以六个试件的算术平均值表示,精确到 0.1 kJ/m²。

$$\sigma_1 = \frac{A}{bh} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- σ_1 ——抗冲击强度,单位为千焦耳每平方米(kJ/m²);
 A ——冲击能量,单位为焦耳(J);
 b ——试件宽度,单位为毫米(mm);
 h ——试件厚度,单位为毫米(mm)。

9 抗冻性

9.1 仪器设备

9.1.1 低温箱:温度可调整到 $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

9.1.2 温度计:测量范围 $10^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ 。

9.1.3 水容器。

9.1.4 试验架。

9.2 试验步骤

9.2.1 将试件放入不低于 10°C 的清水中浸泡 24 h,取出,检查不得有因切割而引起的缺陷。

9.2.2 浸泡后的试件侧立在试验架上,间距不小于 15 mm,然后将其放入预先降温至 $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 的低温箱中,冷冻 2 h,冷冻时间以放入试件后温度重新降至 $(-20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 时开始计时,取出放入 $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的清水中融化 1 h,为一次循环。

9.2.3 试件每次融化后,需擦干表面,检查试件有无起层、剥落等破坏现象。

9.3 结果表示

抗冻性试验结果有以下两种表示方式。

9.3.1 按产品标准规定的冻融循环次数 n 进行试验时,结果表示为:经 n 次冻融循环后,试件有(或无)起层、剥落等破坏现象。

9.3.2 按产品的极限冻融循环次数 n' 进行试验时,结果表示为:经 n' 次冻融循环后,试件出现起层、剥落等破坏现象。

10 玻璃纤维含量

10.1 仪器

10.1.1 干燥箱:温度可控制在 $(100 \pm 5)^\circ\text{C}$ 。

10.1.2 天平:称量范围 $0\text{ g} \sim 1\,000\text{ g}$,精度 0.1 g 。

10.1.3 筛网:三个,外形尺寸约 $150\text{ mm} \times 150\text{ mm}$ 、深度约 100 mm ,网孔尺寸的大小应可使砂粒漏过而纤维不能漏过。

10.1.4 切割刀或者剪刀:可切断或剪断玻璃纤维增强水泥复合材料中的玻璃纤维。

10.1.5 水容器:其尺寸大小应可放入筛网。

10.2 试验步骤

10.2.1 对三个筛网进行标记,分别称其质量 m_s ,精确到 0.1 g 。

10.2.2 在新成型(即:玻璃纤维可从复合材料中分离出来时的状态)的试验板或者制品上,在距离边缘 50 mm 以内的部位,分散割取三个边长约为 100 mm 的试件,剪去试件边缘裸露的玻璃纤维。

10.2.3 将试件分别放入三个筛网中,称量试件和筛网的总质量 m_d ,精确到 0.1 g 。

10.2.4 将试件连同筛网一起浸入盛有水的容器中,用手指将试件轻轻分散开,仔细清理粘附在玻璃纤维上的异物,最后用清水冲洗,洗出过程中应防止玻璃纤维流失。

10.2.5 将冲洗干净的玻璃纤维连同筛网一起放入温度控制在 $(105 \pm 5)^\circ\text{C}$ 的干燥箱中,烘干时间不少于 4 h ,然后每隔 1 h 称量一次,直到连续两次的称量值之差小于较小值的 0.5% 时为止。记录最后一次称量的玻璃纤维和筛网的总质量 m_z ,精确到 0.1 g 。

10.3 结果计算

按照公式(11)计算玻璃纤维含量,结果以三个试件的算术平均值表示,精确到 0.1%

$$w_f = \frac{m_z - m_s}{m_d - m_s} \times 100 \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中:

w_f ——玻璃纤维含量, %;

m_z ——筛网和干燥玻璃纤维的总质量,单位为克(g);

m_s ——筛网的质量,单位为克(g);

m_d ——筛网和 GRC 的总质量,单位为克(g)。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
玻璃纤维增强水泥性能试验方法
GB/T 15231—2008

*

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街16号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

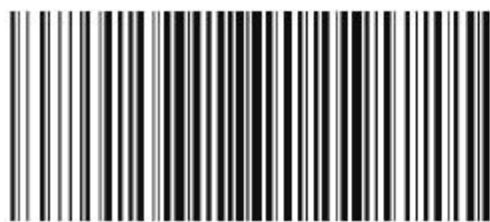
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 18 千字
2008 年 11 月第一版 2008 年 11 月第一次印刷

*

书号: 155066·1-33841



GB/T 15231—2008