

中华人民共和国国家标准

GB/T 30022—2013

纤维增强复合材料筋 基本力学性能试验方法

Test method for basic mechanical properties
of fiber reinforced polymer bar

2013-11-27 发布

2014-08-01 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国建筑材料联合会提出。

本标准由全国纤维增强塑料标准化技术委员会土木工程用复合材料及纤维分技术委员会(SAC/TC 39/SC 1)归口。

本标准负责起草单位:深圳市海川实业股份有限公司、上海启鹏工程材料科技有限公司。

本标准参加起草单位:中国建筑第八工程局有限公司、郑州大学、深圳海川工程科技有限公司。

本标准主要起草人:李明、何唯平、赵欣平、张杰、王桂玲、高丹盈、赵军、马明磊、李品钰、吴辉生。

纤维增强复合材料筋 基本力学性能试验方法

1 范围

本标准规定了纤维增强复合材料筋基本力学性能试验的拉伸性能试验、剪切强度试验、粘结强度试验、试验结果和试验报告。

本标准适用于测定直径为 8 mm~32 mm 的纤维增强复合材料筋的拉伸性能、剪切强度和纤维增强复合材料筋与混凝土的粘结强度。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第 1 部分:总则

GB/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

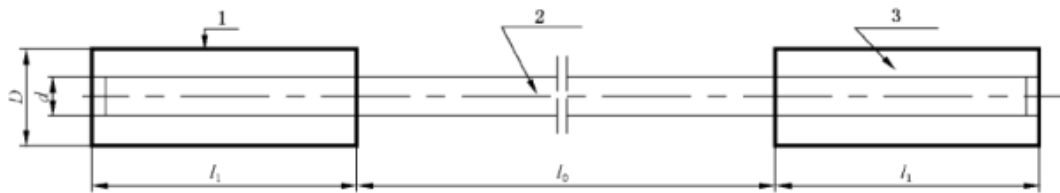
纤维增强复合材料筋 fiber reinforced polymer bar

由玻璃纤维、碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维等作为增强材料,与树脂基体采用适当的成型工艺所形成的棒状纤维增强复合材料制品。

4 拉伸性能试验

4.1 试样

4.1.1 试样和锚具如图 1 所示,试样总长度为 600 mm~1 300 mm。



说明:

1 —— 钢管;

2 —— 试样;

3 —— 锚具填充物;

d —— 试样名义直径;

D —— 钢管内径;

l_0 —— 工作段长度, $l_0 = 20\ d \sim 30\ d$;

l_1 —— 锚固长度, $l_1 = 150\ \text{mm} \sim 400\ \text{mm}$ 。

图 1 拉伸试样示意图

4.1.2 试样在制备过程中,应避免可能改变材料特性的外界条件,如加热、紫外线长时间辐照等,并确保不损伤试样。

4.1.3 锚具填充材料应确保在拉伸试验中试样不从锚具中拔出。填充材料可为环氧树脂、树脂和净砂浆混合物、水泥灌浆。

4.1.4 每组试样数量应不少于 5 个。

4.2 试验条件

试验环境条件按 GB/T 1446 的规定。

4.3 试验设备

4.3.1 试验机

按 GB/T 1446 的规定。

4.3.2 应变测量仪表

采用引伸计,引伸计按 GB/T 1040.1 的规定。

4.3.3 数据采集系统

系统应能以最小速度为每秒记录一次连续记录荷载、应变和位移。荷载、应变和位移分辨率分别应不大于 100 N、 10×10^{-6} 和 0.001 mm。

4.4 试验步骤

4.4.1 试样外观检查按 GB/T 1446 的规定。

4.4.2 试样状态调节按 GB/T 1446 的规定。

4.4.3 用浸透丙酮或乙醇的布,分别擦净试样的端部和试验机上下夹头夹持面。

4.4.4 将试样固定在试验机器上,试样的纵轴应尽量与试验机上下夹头中心连线重合。

4.4.5 引伸计应平行于试样纵轴安装在试样的中部。

4.4.6 启动数据采集装置。

4.4.7 加载速度应控制在 100 MPa/min~500 MPa/min 范围内,保持均匀加载。若试验采用应变、位移控制方法,应变或位移增长速率应和前述应力加载速度换算后一致。

4.4.8 测量拉伸强度时,连续加载至试样破坏,记录最大荷载值及破坏形式。

4.4.9 当试样在锚固段内或锚具邻近处破坏以及拉伸时筋材从锚具中滑出的,应予作废。同批有效试样不足 5 个时,应从同批筋材中取样补做相应数量的试验。

4.5 计算

4.5.1 应力-应变曲线由数据采集系统获得。

4.5.2 拉伸强度按式(1)计算:

$$\sigma_b = \frac{F_b}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

σ_b ——拉伸强度,单位为兆帕(MPa);

F_b ——最大荷载,单位为牛顿(N);

A ——试样的横截面面积,单位为平方毫米(mm²),横截面面积测定试验见附录 A。

4.5.3 拉伸弹性模量按式(2)计算:

$$E_L = \frac{F_1 - F_2}{(\epsilon_1 - \epsilon_2)A} \dots\dots\dots (2)$$

式中:

E_L ——拉伸弹性模量,单位为兆帕(MPa);

F_1 ——50%的最大荷载,单位为牛顿(N);

F_2 ——20%的最大荷载,单位为牛顿(N);

ϵ_1 ——50%最大荷载对应的应变;

ϵ_2 ——20%最大荷载对应的应变;

A 同公式(1)。

4.5.4 极限应变按式(3)计算:

$$\epsilon_u = \frac{F_b}{E_L A} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ϵ_u ——极限应变;

F_b 、 A 同公式(1);

E_L 同公式(2)。

5 剪切强度试验

5.1 试样

5.1.1 试样尺寸

试样长度应不小于 300 mm。

5.1.2 数量

每组试样数量应不少于 5 个。

5.2 试验条件

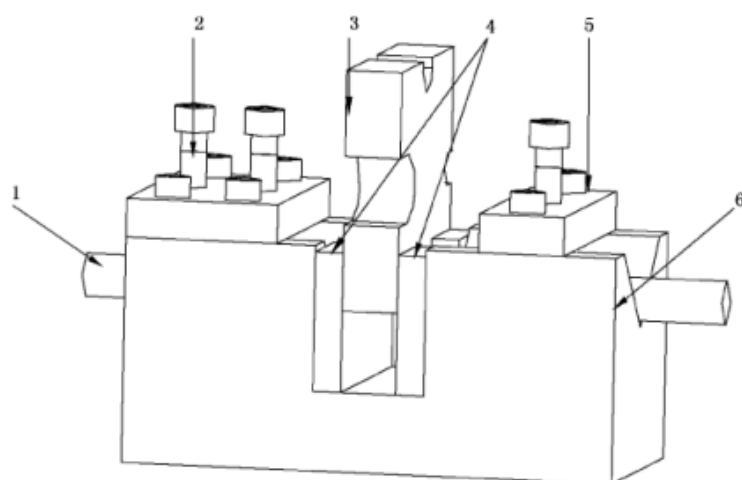
5.2.1 试验环境

试验环境条件按 GB/T 1446 的规定。

5.2.2 试验设备

5.2.2.1 试验机按 GB/T 1446 的规定。

5.2.2.2 剪切夹具如图 2 所示,上、下刀片的刀口直径应与筋材直径相匹配。其中基座、上部刀片、下部刀片、连接板尺寸参见附录 B。



说明：

- 1——试样；
- 2——连接板；
- 3——上部刀片；
- 4——下部刀片；
- 5——连接板；
- 6——基座。

图 2 剪切夹具示意图

5.3 试验步骤

5.3.1 试样外观检查按 GB/T 1446 的规定。

5.3.2 试样状态调节按 GB/T 1446 的规定。

5.3.3 将试样固定在剪切夹具的中心,与上部加载装置接触,加载面与试样之间不应看见明显的缝隙。

5.3.4 对试样施加压缩荷载,加载速度控制在 30 MPa/min~60 MPa/min 范围内,均匀加载直到试样破坏,记录试样承受的最大荷载及破坏形式。

5.3.5 若没有出现两个完整剪切面的试样应予作废。同批有效试样不足 5 个时,应从同批筋材中取样补做相应数量的试验。

5.4 计算

剪切强度按式(4)计算,横截面积测定见附录 A。

$$\tau = \frac{F_b}{2A}$$

.....(4)

式中：

τ ——剪切强度,单位为兆帕(MPa)；

F_b ——最大荷载,单位为牛顿(N)；

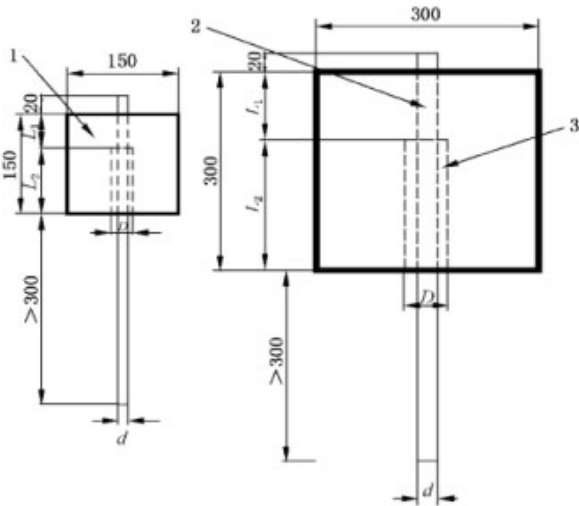
A ——试样横截面积,单位为平方毫米(mm²)。

6 粘结强度试验

6.1 试样

6.1.1 拔出试样形状及尺寸如图 3 所示,拔出试样制备见附录 C。

单位为毫米



说明：

1 ——混凝土试块；

2 ——纤维增强复合材料筋；

3 ——PVC 套管；

d ——纤维增强复合材料筋直径；

L_1 ——纤维增强复合材料筋埋入长度, $L_1 = 5d, L_1 \geq 50$ mm；

L_2 ——套管长度, $L_2 \geq 50$ mm；

D ——套管内径。

图 3 拔出试样示意图

6.1.2 不大于 16 mm 的纤维增强复合材料筋采用混凝土试块尺寸为 150 mm×150 mm×150 mm；大于 16 mm 的纤维增强复合材料筋采用混凝土试块尺寸为 300 mm×300 mm×300 mm。

6.1.3 每组拔出试样数量应不少于 5 个,并同时制作混凝土标准试件每组 3 个,用于测定混凝土实际抗压强度。

6.2 试验条件

6.2.1 试验环境

试验环境条件按 GB/T 1446 的规定。

6.2.2 试验设备

6.2.2.1 试验机

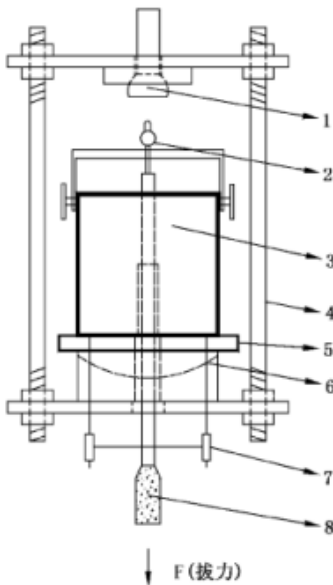
试验机按 GB/T 1446 的规定。

6.2.2.2 滑移测量装置

采用精度为 0.001 mm 的位移传感器。

6.2.2.3 试验工装

试验工装如图 4 所示。其中承压垫板的边长不应小于拔出试样的边长。



说明：

- 1——上部球铰；
- 2——位移传感器；
- 3——试样；
- 4——反力架；
- 5——承压垫板；
- 6——穿孔球铰；
- 7——位移计；
- 8——加载锚固端。

图 4 拔出试验装置示意图

6.3 试验步骤

6.3.1 试样应在标准养护室内进行养护，在试样龄期为 28 d 时进行试验。

6.3.2 从养护地点取出试样，试样外观检查按 GB/T 1446 的规定。

6.3.3 测量试样的直径，其测量精度按 GB/T 1446 的规定。

6.3.4 将试样套上中心有孔的垫板，然后装入已安装在中心拔出试验装置上的试验夹具，中心拔出试验装置的下夹头将试样加载端锚具夹牢。

6.3.5 安装和固定位移传感器，位移传感器端与纤维增强复合材料筋自由端面接触良好。

6.3.6 以不超过 20 kN/min 或 1 mm/min 的速度连续均匀加载,直至试件破坏。

6.3.7 凡出现以下情况之一的试样,其试验结果作废:

- a) 试样的混凝土强度不符合要求;
- b) 纤维增强复合材料筋与混凝土承压面不垂直,偏斜较大,致使试样提前劈裂破坏。

6.4 计算

6.4.1 纤维增强复合材料筋粘结强度实测值按式(5)计算:

$$\tau_u^0 = \frac{F_u^0}{\pi d L_1} \times \frac{F_{cu,k}}{\sigma_{cu}^0} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- τ_u^0 ——纤维增强复合材料筋粘结强度实测值,单位为兆帕(MPa);
- F_u^0 ——纤维增强复合材料筋粘结破坏的最大荷载实测值,单位为牛顿(N);
- d ——纤维增强复合材料筋的名义直径,单位为毫米(mm);
- L_1 ——纤维增强复合材料筋的埋入长度,单位为毫米(mm);
- $F_{cu,k}$ ——C30 混凝土的标准抗压强度,单位为兆帕(MPa);
- σ_{cu}^0 ——试样龄期为 28 d 时混凝土标准试样的抗压强度实测值,单位为兆帕(MPa)。

7 试验结果

试验结果按 GB/T 1446 的规定。

8 试验报告

试验报告按 GB/T 1446 的规定。

附录 A
(规范性附录)
横截面积测定试验

A.1 试样

- A.1.1 试样长度约为 150 mm。
- A.1.2 切割试样时应尽量保证切割面垂直于试样的长度方向,应去除切割面上的毛刺。
- A.1.3 每组试样数量应不少于 5 个。

A.2 试验条件

A.2.1 实验室环境

实验室环境条件按 GB/T 1446 的规定。

A.2.2 试验设备

- A.2.2.1 量筒:最小单位刻度为 1 mL,其高度和直径能够完全容纳试样。
- A.2.2.2 卡尺:精度不低于 0.1 mm。

A.3 试验步骤

- A.3.1 试样在标准试验环境中至少放置 24 h。
- A.3.2 用卡尺测量试样长度,每个试样测量 3 次,每次测量时旋转试样 120°,取 3 次测量结果的平均值作为试样的长度值 L_s 。
- A.3.3 量筒内注水至适当高度,读取注水容积 V_1 ,水的注入量应确保能够完全浸没试样且不会溢出。
- A.3.4 将试样放入已注水的量筒内,读出放入试样后水的容积 V_2 ,放入试样时应注意避免试样的表面带入空气。

A.4 计算

试样的横截面积按式(A.1)计算:

$$A = \frac{V_2 - V_1}{L_s} \times 1\,000 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- A ——试样的横截面积,单位为平方毫米(mm^2);
- V_1 ——注水体积,单位为毫升(mL);
- V_2 ——放入试样后,量筒内水的体积,单位为毫升(mL);
- L_s ——试样的长度,单位为毫米(mm)。

附录 B
(资料性附录)
剪切夹具

基座尺寸见图 B.1, 上、下部刀片尺寸见图 B.2, 连接板尺寸见图 B.3。

单位为毫米

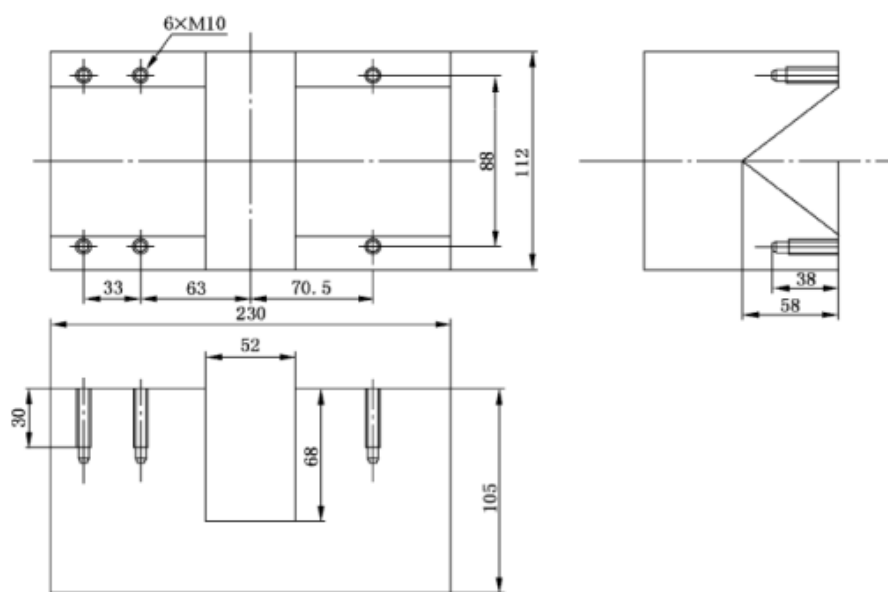


图 B.1 基座示意图

单位为毫米

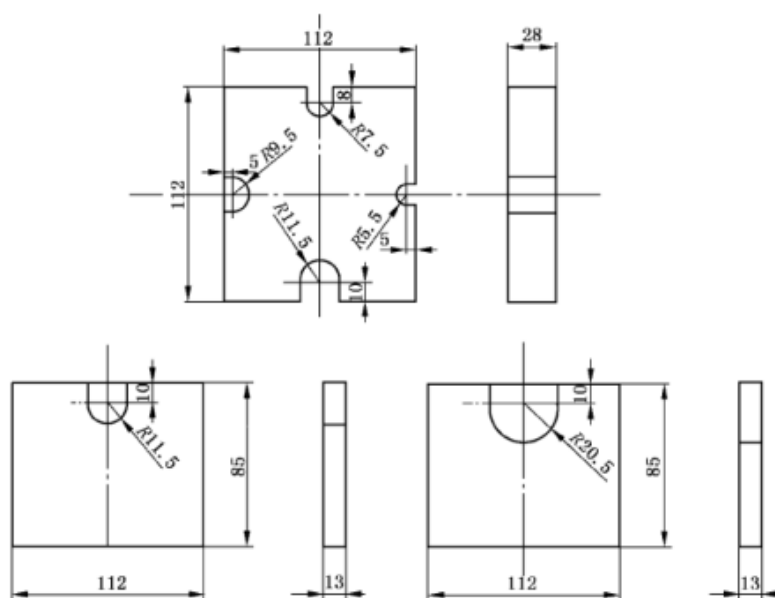


图 B.2 上部刀片(上)和下部刀片(下)示意图

单位为毫米

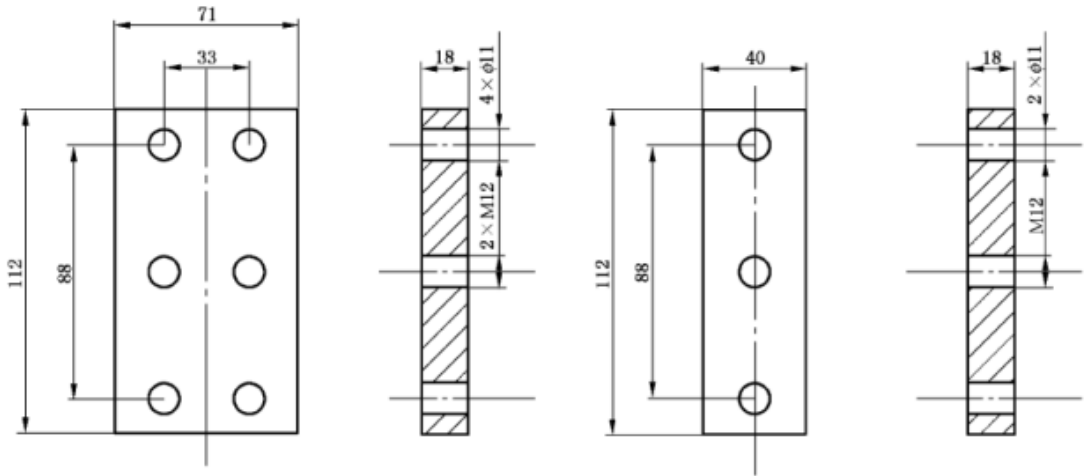


图 B.3 连接板示意图

附 录 C
(规范性附录)
拔出试样制备

C.1 材料

C.1.1 试样的混凝土应采用普通骨料,粗骨料最大颗粒粒径不大于 20 mm。

C.1.2 试样的混凝土强度等级为 C30,混凝土标准试样的抗压强度允许偏差应为 ± 3 MPa。

C.2 试模

C.2.1 模板两端应预留纤维增强复合材料筋位置孔,孔洞处于模板的中心位置且其直径应稍大于纤维增强复合材料筋的直径。

C.2.2 纤维增强复合材料筋应与混凝土承压面垂直,并水平设置在模板内。纤维增强复合材料筋应放置在水平面上。

C.2.3 在混凝土中无粘结部分的纤维增强复合材料筋应套上硬质的光滑 PVC 套管,套管末端与纤维增强复合材料筋之间空隙应封闭,并不影响纤维增强复合材料筋在 PVC 套管内的移动。

C.2.4 纤维增强复合材料筋应居中放置。

C.2.5 纤维增强复合材料筋伸出混凝土试样表面的长度为 20 mm,加载端应根据垫板厚度、穿孔球铰高度及加载装置的夹具长度确定,但不宜小于 300 mm。

C.3 试件制作

C.3.1 混凝土标准试件制作按 GB/T 50081 的规定。

C.3.2 制作拔出试样的振捣方法与养护条件应与混凝土标准试样一致,试样应在钢模或不变形的试模中成型。

C.3.3 安装位移传感器的纤维增强复合材料筋端面应加工成垂直于纤维增强复合材料筋轴的平滑表面。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
纤维增强复合材料筋
基本力学性能试验方法

GB/T 30022—2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: www.gbl68.cn

服务热线: 400-168-0010

010-68522006

2014年2月第一版

*

书号: 155066 · 1-48102

版权专有 侵权必究



GB/T 30022-2013