



中华人民共和国国家标准

GB/T 32377—2015

纤维增强复合材料动态冲击剪切性能 试验方法

Dynamic punch-shear properties test method for fibre reinforced composites

2015-12-31 发布

2016-11-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

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(SAC/TC 39)归口。

本标准起草单位:中国兵器工业集团第五三研究所、北京玻璃钢研究设计院有限公司、常州天马集团有限公司。

本标准主要起草人:冯家臣、彭刚、王绪财、郑会保、何平、王伟、段剑、吕秀莲、陈春晓。

纤维增强复合材料动态冲击剪切性能 试验方法

1 范围

本标准规定了纤维增强复合材料动态冲击剪切性能试验的术语和定义、试验原理、试验设备、试样、试验条件、试验步骤、数据计算与试验结果及试验报告。

本标准适用于纤维增强树脂基复合材料动态冲击剪切性能的测定,其他材料也可参照执行。

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)适用于本标准。

GB/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

弹性纵波波速 elastic longitudinal wave velocity

弹性纵波在等截面的杆件中的传播速度。

3.2

动态冲击剪切应力 dynamic punch-shear stress

在冲击剪切过程中的任一时刻,剪切载荷与试样原始剪切面积的比值。

3.3

动态冲击剪切位移 dynamic punch-shear displacement

在冲击剪切过程中,与试样接触的输入杆端面与输出管端面的位移之差。

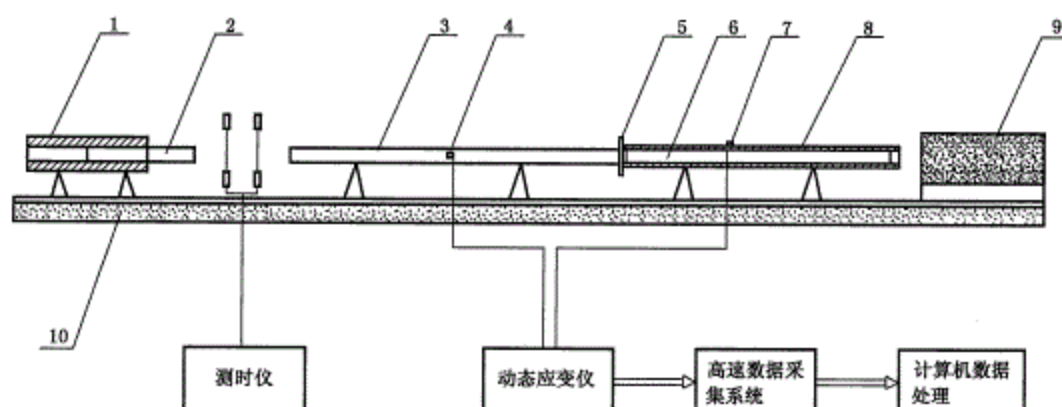
3.4

动态冲击剪切强度 dynamic punch-shear stress strength

在动态冲击剪切破坏过程中,试样的最大剪切应力。

4 试验原理

基于分段式一维霍普金森杆试验原理,打击杆以一定的速度打击输入杆,在输入杆中形成入射弹性压缩应力波并向前传播,对输入杆和输出管间的试样进行动态冲击加载,使试样沿厚度方向剪切破坏。由输入杆上的应变片测得弹性入射波、反射波,由输出管上的应变片测得弹性透射波,根据一维应力波理论,计算试样的动态冲击剪切应力和动态冲击剪切位移等。试验装置原理图如图1。



说明:

- 1 — 驱动装置;
- 2 — 打击杆;
- 3 — 输入杆;
- 4、7 — 应变片;
- 5 — 试样;
- 6 — 吸收杆;
- 8 — 输出管;
- 9 — 吸能装置;
- 10 — 支撑平台。

图 1 试验原理图

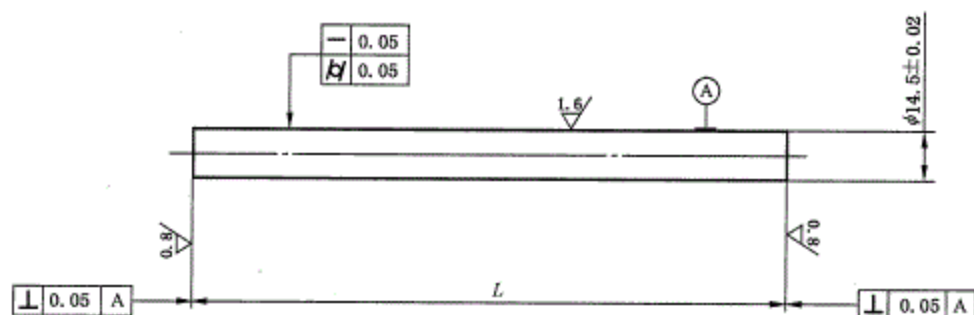
5 试验设备

5.1 打击杆、输入杆、吸收杆和输出管

5.1.1 打击杆、输入杆、吸收杆、输出管应采用相同的材料和相同的工艺加工而成,材料屈服强度应大于试样材料强度,一般选用高强度合金钢材料。

5.1.2 打击杆、输入杆、吸收杆直径相同,推荐使用直径 $\phi 14.5$ mm 杆件进行试验,加工精度应符合图 2 要求。若选用其他直径的杆件,加工精度应符合相应的公差要求。

单位为毫米



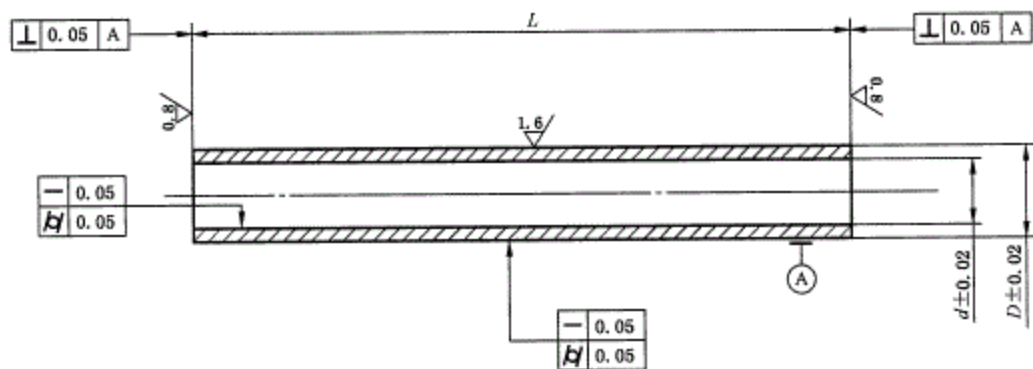
说明:

L ——杆件的长度。

图 2 杆件的加工要求

5.1.3 输出管的环形截面积应与输入杆的圆形截面积相等,面积偏差应不大于1%,输出管的加工精度应符合图3要求,输出管内径应大于输入杆直径0.4 mm~0.6 mm。

单位为毫米



说明:

d ——输出管的内径;

D ——输出管的外径;

L ——输出管的长度。

图3 输出管的加工要求

5.1.4 打击杆长度以200 mm~400 mm为宜,输入杆和输出管长度应不小于打击杆长度的3倍。

5.1.5 打击杆、输入杆、输出管在支撑平台上应保持水平,同轴误差应小于0.1 mm。

5.2 应变片

5.2.1 应变片一般采用箔式电阻应变片,应变片的敏感栅体标长应小于5 mm。如果应变信号较弱,应选用灵敏度系数更高的半导体应变片。

5.2.2 应变片沿输入杆和输出管轴向粘贴,按轴线中心对称粘贴两片,粘贴位置距离试样接触端应大于打击杆长度,两应变片轴向相对位置差小于0.1 mm。

5.3 动态应变仪

动态应变仪的频率响应应不小于1 MHz,动态应变仪与应变片连接的信号线应选用屏蔽线。

5.4 数据采集仪

数据采集仪的采样频率应大于10 MHz,数据采集通道应不少于两个,每个通道的记录长度应大于5 000 个数据点,数据采集仪应能与计算机连接进行数据传输,由计算机对波形数据进行处理和计算。

5.5 测速系统

测速系统用测时仪的计时精度应小于1 μ s,测速误差应小于0.5 m/s。

6 试样

6.1 试样可为方形试样或条形试样,输入杆直径为 $\phi 14.5$ mm时,试样尺寸及加工精度要求如图4所示。采用其他直径的杆件试验时,方形试样的边长或条形试样的长度应大于输出管外径20 mm。

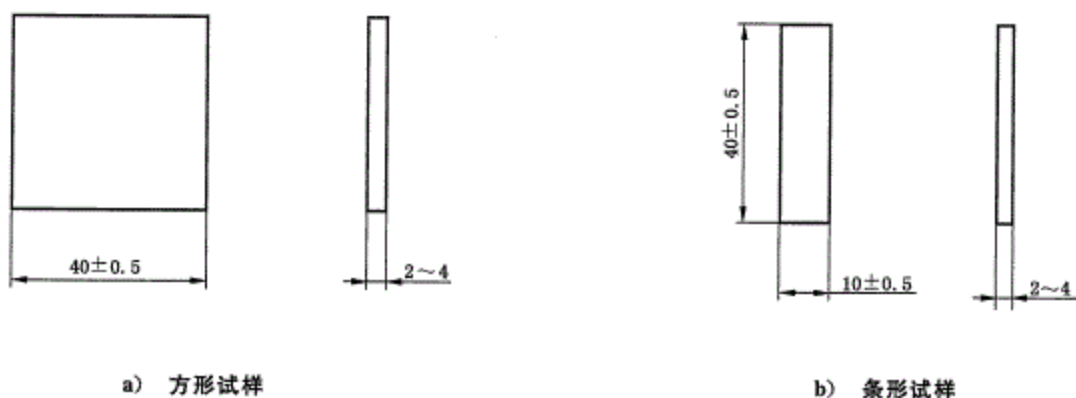


图4 试样形状及尺寸

6.2 试样制备按 GB/T 1446 的规定。

6.3 试样数量按 GB/T 1446 的规定。

7 试验条件

7.1 试验环境条件

试验环境条件按 GB/T 1446 的规定。

7.2 打击杆速度

打击杆的速度应小于最大允许打击速度 $v_{\max}$, $v_{\max}$ 由式(1)给出。

$$v_{\max} = \frac{2\sigma_s}{\rho_0 v_0} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$v_{\max}$ ——最大允许打击速度,单位为米每秒 (m/s);

σ_s ——杆件材料的屈服应力,单位为帕 (Pa);

ρ_0 ——杆件材料的密度,单位为千克每立方米 (kg/m^3);

v_0 ——杆件材料的弹性纵波波速,单位为米每秒 (m/s)。

8 试验步骤

8.1 试样的外观检查按 GB/T 1446 的规定。

8.2 试样的状态调节按 GB/T 1446 的规定。

8.3 检查支撑平台和杆件的状态,杆件同轴应满足 5.1.5 的要求,输入杆与输出管的加载端应等间隙配合,置入输出管内的吸收杆端部与试样之间的间隙应为 3 mm~5 mm。吸能装置距输出管应不大于 100 mm。

8.4 检查各仪器的线路连接,依次打开测速系统、动态应变仪、数据采集仪和计算机电源,预热时间不少于 30 min。

8.5 测量试样的外形尺寸并编号记录。

8.6 设置动态应变仪和数据采集仪的工作参数,应使数据采集仪采集到完整的人射波、反射波和透射波以及入射波前的波形基线,波形基线长度应大于 200 个数据点。运行计算机数据处理软件,完成计算参数设置。

8.7 检查应变片及测试仪器的的工作状态。

8.8 试样两端面涂凡士林等润滑脂层后,置于输入杆和输出管之间压紧,输入杆和输出管的端面与试样的两端面应紧密接触。

8.9 按打击杆发射速度,调节驱动气压,启动打击杆驱动装置,发射打击杆对试样进行冲击加载。

8.10 计算打击杆的打击速度,记录数据采集仪的波形试验数据,按 9.1 对试验数据进行计算。

8.11 每次试验后应检查应变片的工作状态,若出现异常,停止试验。

9 数据计算与试验结果

9.1 数据计算

9.1.1 波形基线

分别取入射波和透射波前的基线段 80% 数据点的平均值作为各自波形基线。

9.1.2 计算起始点

分别取入射波和透射波前沿与其基线的交点作为各自的计算起始点。

9.1.3 入射应变

入射应变 ϵ_1 按式(2)计算:

$$\epsilon_1 = \frac{U_1}{U_s} \cdot \frac{K_c}{K_s} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ϵ_1 ——入射应变,无量纲;

U_1 ——入射波应变电压信号幅值,单位为伏特(V);

U_s ——应变仪单位应变对应的电压信号幅值,单位为伏特(V);

K_c ——应变仪对应变片灵敏度系数的设计值,无量纲;

K_s ——应变片动态灵敏度系数标定值,无量纲。

9.1.4 透射应变

透射应变 ϵ_T 按式(3)计算:

$$\epsilon_T = \frac{U_T}{U_s} \cdot \frac{K_c}{K_s} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ϵ_T ——透射应变,无量纲;

U_T ——透射波应变电压信号幅值,单位为伏特(V);

U_s 、 K_c 、 K_s 同式(2)。

9.1.5 方形试样动态冲击剪切应力

方形试样动态冲击剪切应力按式(4)计算:

$$\tau(t) = \frac{2A_0}{\pi(d_B + d)h} \cdot E\epsilon_T(t) \quad \dots\dots\dots(4)$$

式中:

τ ——动态冲击剪切应力,单位为帕(Pa);
 A_0 ——输入杆的截面面积,单位为平方米(m²);
 d_B ——输入杆直径,单位为米(m);
 d ——输出管内径,单位为米(m);
 h ——试样厚度,单位为米(m);
 E ——杆件材料的弹性模量,单位为帕(Pa);
 t ——加载时间,单位为秒(s);
 ϵ_T 同式(3)。

9.1.6 条形试样动态冲击剪切应力

条形试样动态冲击剪切应力按式(5)计算:

$$\tau(t) = \frac{A_0}{(d_B + d)\sin^{-1}\left(\frac{2l}{d_B + d}\right)h} \cdot E\epsilon_T(t) \quad \dots\dots\dots(5)$$

式中:

τ ——动态冲击剪切应力,单位为帕(Pa);
 l ——条形试样的宽度,单位为米(m);
 A_0 、 d_B 、 d 、 h 、 E 、 t 、 ϵ_T 同式(4)。

9.1.7 动态冲击剪切位移

动态冲击剪切位移按式(6)计算:

$$s(t) = 2v_0 \int_0^t [\epsilon_1(t) - \epsilon_T(t)] dt \quad \dots\dots\dots(6)$$

式中:

s ——动态冲击剪切位移,单位为米(m);
 v_0 同式(1);
 ϵ_1 同式(2);
 ϵ_T 同式(3);
 t 同式(4)。

9.2 试验结果

按 GB/T 1446 的规定。

10 试验报告

试验报告的内容至少包括以下内容:

- 试验项目名称及执行标准号;
- 试验设备名称及型号;
- 试验的材料品种、来源、试样编号及尺寸;

- d) 试样的状态条件；
 - e) 试样的动态冲击剪切强度和试样最大剪切应力时的剪切位移；
 - f) 试样的剪切应力-位移曲线；
 - g) 试验日期、试验人员。
-

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
纤维增强复合材料动态冲击剪切性能
试验方法

GB/T 32377—2015

*

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(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

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 14 千字
2016年6月第一版 2016年6月第一次印刷

*

书号: 155066·1-54285 定价 16.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 32377-2015