

JJF

中华人民共和国国家计量技术规范

JJF ××××-××××

轨道交通侧墙、顶板用玻璃纤维增强

轨道交通缓冲器用弹性胶泥物理性能

测试技术规范

Technical Specification for Bending Performance Testing of Glass Fiber

Reinforced Plastic for Side Walls and Roofs of Rail Transit

(征求意见稿)

20XX-XX-XX 发布

20XX-XX-XX 实施

国家市场监督管理总局

发布

轨道交通侧墙、顶板用玻璃纤维增强塑料弯曲性能测试技术规范

Technical Specification for Bending Performance
Testing of Glass Fiber Reinforced Plastic for
Side Walls and Roofs of Rail Transit

JJF XXXX—XXXX

归口单位：全国铁路专用计量器具计量技术委员会
测试分技术委员会

主要起草单位：中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司
株洲时代新材料科技股份有限公司

参加起草单位：中车南京浦镇车辆有限公司
中车成都机车车辆有限公司

本规范委托全国铁路专用计量器具计量技术委员会测试分技术委员会负责
解释

本规范主要起草人：

张旻昌（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

刘仕远（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

卢艳华（株洲时代新材料科技股份有限公司）

参加起草人：

刘晓军（中车南京浦镇车辆有限公司）

杨丽君（中车成都机车车辆有限公司）

李 建（中车戚墅堰机车车辆工艺研究所股份有限公司）

目 录

引言	(III)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
3.1 弯曲应力	(1)
3.2 弯曲强度	(1)
3.3 挠度	(1)
3.4 弯曲应变	(1)
3.5 弯曲弹性模量	(1)
4 概述	(1)
5 测试项目	(1)
6 测试条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测试设备	(2)
7 试样	(3)
7.1 试样尺寸	(3)
7.2 试样标记	(4)
7.3 试样制备	(4)
7.4 试样状态调节	(4)
7.5 试样数量	(4)
8 测试方法	(4)
8.1 尺寸测量	(4)
8.2 试样安装	(4)
8.3 试验速度	(4)
8.4 试验	(4)
9 计算	(4)
9.1 三点弯曲	(4)
9.2 四点弯曲	(5)

10 数据修约	(6)
11 测试结果	(6)
附录 A 加载头与支座定位工装	(8)

引 言

JJF1002《国家计量检定规程编写规则》、JJF1071《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》、JJF1059《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑测试规范制修订工作的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

轨道交通侧墙、顶板用玻璃纤维增强塑料弯曲性能测试技术规范

1 范围

本标准规定了弯曲性能试验设备、样品、试验步骤及结果计算。

本标准适用于铁路车辆侧墙、顶板用玻璃纤维增强塑料弯曲性能测定。

2 引用文件

本规则引用了下列文件：

GB/T 1446 纤维增强塑料性能试验方法总则

GB/T 1449 纤维增强塑料复合材料弯曲性能的测定

GB/T 3356 定向纤维增强聚合物基复合材料弯曲性能试验方法

ISO 14125 增强塑料复合材料弯曲性能的测定

ASTM D7264 聚合物基复合材料弯曲性能标准试验方法

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规则；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括修改单）适用于本规则。

3 术语

3.1 弯曲应力

在试验过程中，跨距中点处试样外表面名义应力。

3.2 弯曲强度

在试验过程中，载荷最大时对应的弯曲应力。

3.3 挠度

跨距中点处试样的顶面或底面相对其原始位置发生的垂向偏移量。

3.4 弯曲应变

跨距中点处试样外表面的线应变，用于计算弯曲模量

3.5 弯曲弹性模量

材料在弹性范围内，弯曲应力与相应弯曲应变之比。

4 概述

采用无约束支撑，对玻璃纤维增强塑料，采用三点弯曲或四点弯曲的试验方法，获得弯曲强度、弯曲应变、弯曲弹性模量等参数。

5 测试项目

测试项目见表 1。

表 1 测试项目

序号	测试项目
1	弯曲强度
2	最大弯曲应变
3	弯曲弹性模量

6 测试条件

6.1 环境条件

按GB/T 1446-2005第3章的规定。

6.2 测试设备

6.2.1 试验机载荷相对误差不超过 $\pm 1\%$ 。

6.2.2 挠度计或其他变形测量仪表相对误差不超过 $\pm 1\%$ 。

6.2.3 试验设备应定期经有资质的计量单位进行校准。

6.2.4 弯曲试验装置分为三点弯曲装置（如图1）和四点弯曲装置（如图2），加载头与支座应保持平行。加载头和支座的硬度应不小于HRC 45。

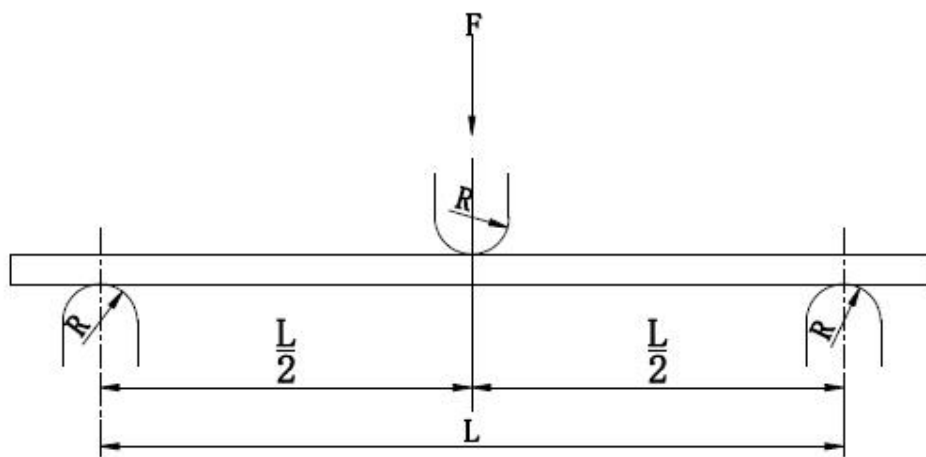


图 1 三点弯曲装置

说明：

R——加载头和支座半径， $R=5\pm 0.1\text{mm}$ ；

L——支座跨距；

F——载荷。

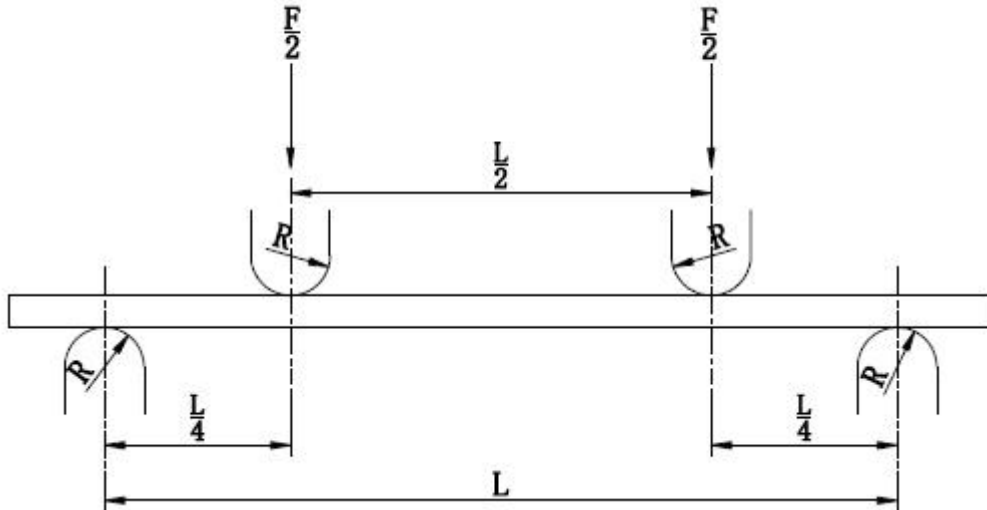


图2 四点弯曲装置

说明：

R——加载头和支座半径， $R=5\pm0.1\text{mm}$ ；

L——支座跨距；

F——载荷。

6.2.5 试验设备应能保持恒定的试验速度，误差不应超过20%。

7 试样

7.1 试样尺寸

应选用矩形截面试样如图3，尺寸选择应确保能够通过试验准确测定其抗弯性能。推荐使用厚度为3mm或4mm，宽厚比为4:1的试样。

选用三点弯曲试验时，跨距-厚度比为32:1的试样适用于测定弹性模量，跨距-厚度比为16:1的试样适用于测定抗弯强度。

选用四点弯曲试验时，跨距-厚度比为16:1的试样适用于测定所有参数。

样品长度应大于1.2倍的跨距。

若超过50%的试样出现层间剪切，可选用32:1的跨距-厚度比。

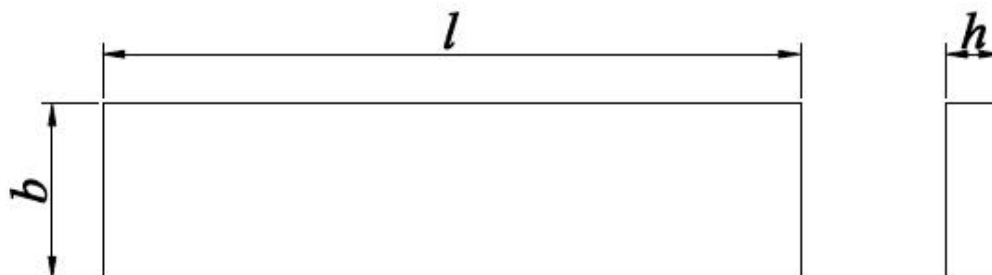


图3 样品示意图

7.2 试样标记

应在试样上进行标记，以便能够追溯。标记不应影响试样结果，如果采用刻划标记，应避开中间区段，选择端部附近。

7.3 试样制备

按照GB/T 1446中的规定。

7.4 试样状态调节

7.4.1 试验前，试样在温度 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $50\pm 10\%$ 的环境条件下至少放置24h。

7.4.2 如不具备6.4.1规定环境条件，试样可在干燥器内至少放置24h。

7.4.3 特殊状态调节条件按需要而定。

7.5 试样数量

每组有效试样不少于5个。在三点弯曲试验中，试样断裂位置在中间1/3以外应舍弃，在四点弯曲试验中，试样断裂位置在两个加载头之外应舍弃。

8 测试方法

8.1 尺寸测量

在试样中部1/2区域选取三个不同位置测量宽度与厚度，测量结果精确到0.02mm。跨距测量应精确到0.1mm。对于可调节的弯曲装置可设计如图A.1所示工装，检查调整加载头与跨距。

8.2 试样安装

试样纵向轴线应与弯曲装置的跨距方向平行。对于三点弯曲，加载头与支座相对位置见图1；对于四点弯曲，加载头与支座相对位置见图2。可用图A.1所示工装进行校验。在试样下表面跨距中心处安装挠度计。

8.3 试验速度

测量弹性模量推荐速度为1mm/min，测量其他参数推荐速度为2mm/min。

8.4 试验

按照7.3规定的试验速度进行加载，记录载荷-挠度曲线，记录试样的断裂形式。为了测得有效的抗拉强度，破坏应发生在外表面。若出现层间剪切或因加载头和支座导致试样压碎，则为无效数据。

若出现支撑处出现压痕或压碎，可适当增大加载头和支座直径。

优先选择四点弯曲测定弯弹性模量。

同批有效试样不足5个时，应重做试验。

9 计算

9.1 三点弯曲

9.1.1 弯曲强度

$$\sigma = \frac{3FL}{2bh^2}$$

式中：

σ ——弯曲强度，单位为兆帕（MPa）；

F ——最大载荷，单位为牛顿（N）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）；

b ——试样宽度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）；

9.1.2 最大弯曲应变

$$\varepsilon = \frac{6\delta h}{L^2}$$

式中：

ε ——最大弯曲应变，单位毫米每毫米（mm/mm）；

δ ——挠度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）。

9.1.3 弯曲弹性模量

$$E = \frac{L^3}{4bh^3} \left(\frac{\Delta F}{\Delta \delta} \right)$$

式中：

E ——弯曲弹性模量，单位为兆帕（MPa）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）；

b ——试样宽度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）。

ΔF ——载荷-挠度曲线上初始直线段载荷的增加量。单位为牛顿（N）；

$\Delta \delta$ ——与 ΔF 对应的挠度的增加量，单位为毫米（mm）；

建议选取 0.001~0.003 的应变范围计算弯曲弹性模量。

9.2 四点弯曲

9.2.1 弯曲强度

$$\sigma = \frac{3FL}{4bh^2}$$

式中：

σ ——弯曲强度，单位为兆帕（MPa）；

F ——最大载荷，单位为牛顿（N）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）；

b ——试样宽度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）；

9.2.2 最大弯曲应变

$$\varepsilon = \frac{48\delta h}{11L^2}$$

式中：

ε ——最大弯曲应变，单位毫米每毫米（mm/mm）；

δ ——挠度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）。

9.2.3 弯曲弹性模量

$$E = \frac{11L^3}{64bh^3} \left(\frac{\Delta F}{\Delta \delta} \right)$$

式中：

E ——弯曲弹性模量，单位为兆帕（MPa）；

L ——跨距，单位为毫米（mm）；

b ——试样宽度，单位为毫米（mm）；

h ——试样厚度，单位为毫米（mm）。

ΔF ——载荷-挠度曲线上初始直线段载荷的增加量。单位为牛顿（N）；

$\Delta \delta$ ——与 ΔF 对应的挠度的增加量，单位为毫米（mm）；

建议选取0.001~0.003的应变范围计算弯曲弹性模量。

10 数据修约

结果保留3位有效数字，修约方法参照GB/T 8170-2008。

11 测试结果

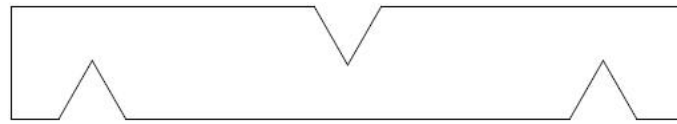
测试结果应在测试报告上反映。测试报告应至少包括以下信息：

- a) 样品名称、型号规格；
- b) 委托单位；
- c) 样品编号、样品状态；
- d) 测试日期；
- e) 测试项目、测试依据；
- f) 测试主要仪器设备；
- g) 试验结果，给出每个试样的性能值（必要时，给出每个试样的破坏方式）；
- h) 测试报告编制人、审核人、批准人的签名。

附录 A

加载头与支座定位工装

为了准确定位加载头与支座，推荐采用下图所示工装进行校验。



(a) 三点弯曲定位装置



(b) 四点弯曲定位装置

图A.1 弯曲装置定位装置