

光缆用非金属加强件的特性 第5部分：玄武岩纤维增强塑料杆

Characteristics of non-metal reinforcement for optical fiber cables—
Part 5: Basalt fiber reinforced plastic rods

2018-12-21 发布

2019-04-01 实施

目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 产品型号.....	2
5 要求.....	2
5.1 材料.....	2
5.2 外观.....	3
5.3 机械物理性能.....	3
6 试验方法.....	4
6.1 总则.....	4
6.2 外观.....	4
6.3 直径偏差.....	4
6.4 不圆度.....	5
6.5 密度.....	5
6.6 拉伸强度、拉伸弹性模量和断裂伸长率.....	5
6.7 弯曲强度、弯曲弹性模量.....	7
6.8 吸水.....	7
6.9 最小瞬时弯曲半径.....	7
6.10 高温弯曲性能.....	7
6.11 低温弯曲性能.....	7
6.12 扭转性能.....	8
6.13 与填充复合物的相容性.....	8
附录 A（资料性附录）拉伸夹具.....	9
参考文献.....	12

前 言

YD/T 1181《光缆用非金属加强件的特性》包括以下部分：

- 第1部分：玻璃纤维增强塑料杆；
- 第2部分：芳纶纱；
- 第3部分：芳纶增强塑料杆；
- 第4部分：玻纤纱；
- 第5部分：玄武岩纤维增强塑料杆；

.....

本部分为 YD/T 1181 的第 5 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 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。

本部分由中国通信标准化协会提出并归口。

本部分起草单位：江苏亨通光电股份有限公司、烽火科技集团有限公司、成都亨通光通信有限公司、成都泰瑞通信设备检测有限公司、中国信息通信研究院、成都大唐线缆有限公司、吴江市产品质量监督检验所（国家通信光电缆产品质量监督检验中心）、西安西古光通信有限公司、中国电子科技集团公司第七研究所凯尔实验室、浙江石金玄武岩纤维股份有限公司、四川航天拓鑫玄武岩实业有限公司。

本部分主要起草人：顾利国、薛梦驰、许江波、王耀明、施李萍、宋志佗、刘泰、彭媛、王国良、刘振华、范伟聪、许加阳、陈中武、谭会良、曹朋、孙国芳、王玉山。

光缆用非金属加强件的特性 第 5 部分：玄武岩纤维增强塑料杆

1 范围

本部分规定了光缆用非金属加强件——玄武岩纤维增强塑料杆（以下简称 BFRP）的术语和定义、型号、要求和试验方法。

本部分适用于作为光缆非金属加强件使用的圆形 BFRP，其他类似用途或形状的 BFRP 也可参照使用。

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 239.2 金属材料 线材 第 2 部分：双向扭转试验方法（GB/T 239.2-2012，ISO 9649:1990，MOD）

GB/T 1446	纤维增强塑料性能试验方法总则
GB/T 1462—2005	纤维增强塑料吸水性试验方法
GB/T 1463—2005	纤维增强塑料密度和相对密度试验方法
GB/T 4909.2	裸电线试验方法 第 2 部分：尺寸测量
GB/T 8170—2008	数值修约规则与极限数值的表示和判定
GB/T 25045—2010	玄武岩纤维无捻粗纱
YD/T 1181.1—2015	光缆用非金属加强件的特性 第 1 部分：玻璃纤维增强塑料杆
YD/T 1181.3—2011	光缆用非金属加强件的特性 第 3 部分：芳纶增强塑料杆

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

玄武岩 basalt

由火山喷发时喷出的地下岩浆冷凝而成的火成岩中的一种矿物岩石。

3.2

玄武岩纤维无捻粗纱 **basalt fiber untwisted roving (BFUR)**

多股平行玄武岩纤维丝束或单股玄武岩丝束不加捻并合而成的集束体,包括玄武岩纤维合股无捻粗纱和玄武岩纤维直接无捻粗纱两种。

3.3

玄武岩纤维增强塑料杆 **basalt fiber reinforced plastic rods (BFRP)**

以玄武岩纤维无捻粗纱作为增强材料,以树脂为基体材料复合而成的圆形杆状材料,可分为无涂层型和有涂层型两种。无涂层型即为本体;有涂层型是在本体外表又涂覆一层高分子材料。

4 产品型号

产品型号由如图 1 所示各部分构成,型号中直径单位为毫米 (mm),标称直径只保留到小数点后两位数字。

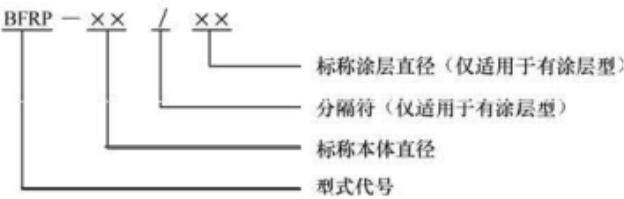


图 1 产品型号

产品标记由产品型号和本部分标准编号组成。

示例1: 本体直径为0.50mm, 涂层直径为0.58mm的BFRP标记为: BFRP-0.50/0.58 YD/T 1181.5-201X。

示例1: 本体直径为2.20mm, 无涂层的BFRP标记为: BFRP-2.20 YD/T 1181.5-201X。

5 要求

5.1 材料

5.1.1 BFRP 中使用的玄武岩纤维纱

应满足 GB/T 25045—2010 中表 1 织造、拉挤、缠绕用玄武岩纤维无捻粗纱的要求。

5.1.2 BFRP 本体中使用的复合材料树脂基材

可以是但不限于不饱和聚酯树脂、乙烯基树脂、环氧树脂等。

5.1.3 高分子材料涂层

BFRP 本体外可增加一层高分子材料以提高产品与光缆护套的粘合度，涂层可以是但不限于乙烯丙烯酸乙酯共聚物（EEA）、聚乙烯（PE）等。

5.2 外观

产品为直径均匀的圆杆，颜色应均匀一致，表面应无裂纹、无毛刺、光洁圆整，制造长度内应无接头或修补。

5.3 机械物理性能

5.3.1 结构尺寸

BFRP 的结构尺寸应符合表 1 的规定。

表 1 BFRP 的结构尺寸

序号	项目	单位	指标要求
1	本体直径偏差 ^a	mm	$\pm D\times 2\%$ ，且最大不超过 ± 0.05 （标称直径 1.0mm 及以上的 BFRP）
	± 0.02 （标称直径小于 1.0mm 的 BFRP）		
	涂层直径偏差 ^a		± 0.05
2	本体不圆度 ^a	%	≤ 5 （标称直径为大于 0.5mm 的 BFRP）
	≤ 8 （标称直径为 0.5mm 及以下的 BFRP）		
	涂层不圆度 ^a		≤ 5 （标称直径为大于 0.5mm 的 BFRP）
			≤ 8 （标称直径为 0.5mm 及以下的 BFRP）
注：D 代表 BFRP 的标称本体直径，后续所示标称直径不特指时即为标称本体直径			
对于含涂层的 BFRP，只考量涂层的直径偏差和不圆度，而不考量本体的直径偏差和不圆度			

5.3.2 机械物理性能

BFRP 的机械物理性能应符合表 2 的规定。

表 2 BFRP 的机械物理性能

序号	项目	单位	指标要求
1	密度 ^a	g/cm^3	1.60~2.15
2	拉伸强度 ^b	MPa	≥ 1300
3	拉伸弹性模量 ^b	GPa	≥ 50
4	断裂伸长率	%	≥ 2.2
5	弯曲强度 ^b	MPa	≥ 1100
6	弯曲弹性模量 ^b	GPa	≥ 50

表 2 BFRP 的机械物理性能 (续)

序号	项目	单位	指标要求
7	吸水率	%	≤0.1
8	最小瞬时弯曲半径 (25D, 20℃±5℃)	/	表面无毛刺、无裂纹、无弯折、光洁圆整、能弹直
9	高温弯曲性能 (50D, 100℃±2℃, 120h)	/	表面无毛刺、无裂纹、无弯折、光洁圆整、能弹直
10	低温弯曲性能 (50D, -40℃±2℃, 120h)	/	表面无毛刺、无裂纹、无弯折、光洁圆整、能弹直
11	扭转性能 (±360°)	/	不解体
12	材料与填充复合物的相容性 ^c		
	外观	/	无毛刺、无裂纹、手感光滑
	拉伸强度	MPa	≥1300
	拉伸弹性模量	GPa	≥50
注: BFRP 的线膨胀系数通常为 $(9\sim12)\times10^{-6}$			
^a 对于含涂层的 BFRP, 则密度是指包含涂层在内的 BFRP 的总密度。 对于不含涂层及含涂层的 BFRP, 拉伸强度、拉伸弹性模量、弯曲强度和弯曲模量计算时均只以标称本体直径为计算截面的直径。 需要时可进行相容性试验			

6 试验方法

6.1 总则

6.1.1 修约规则

本部分的所有试验结果在与要求进行比较时, 应采用 GB/T 8170-2008 中 4.3.3 修约值比较法进行修约比较, 将测定值或其计算值进行修约, 修约数位应与规定的极限数值数位一致。

6.1.2 试验环境条件

标准试验环境条件为:

——温度: 23℃±5℃;

——相对湿度: 20%~70%。

6.2 外观

在自然光下目视检查。

6.3 直径偏差

按 GB/T 4909.2 规定的方法测量平均直径, 测量工具为精度不小于 0.01mm 的标准量具。直径偏差为测量平均直径与标称直径之差。

6.4 不圆度

按 YD/T 1181.3—2011 中第 5.4 规定的方法进行。

6.5 密度

按 GB/T 1463—2005 中浮力法的规定进行。

6.6 拉伸强度、拉伸弹性模量和断裂伸长率

6.6.1 试样

6.6.1.1 试样数量

每组试样数量应不少于 5 个。

6.6.1.2 试样选取

应保证选取的 BFRP 试样没有损伤，必要时可从成圈包装的外层退掉若干圈 BFRP，然后再取样。

试样长度与夹具类型有关，宜为 300mm~1500mm。试验时夹具与夹具之间的初始距离宜为 150mm~250mm。实际有效长度应在试验报告中注明。

6.6.2 试验设备

6.6.2.1 拉伸设备

拉伸试验机满足 GB/T 1446 的要求。

6.6.2.2 夹具

6.6.2.2.1 夹具的设计对于获得正确的拉伸性能和一致的结果是关键因素。夹具应能夹住试样不打滑，对试样没有明显损伤。

6.6.2.2.2 标称直径大于等于 1.0mm 的试样宜采用楔形槽板式夹具，楔形槽板式夹具参见附录 A。

6.6.2.2.3 标称直径小于 1.0mm 的试样宜采用圆弧式夹具，圆弧式夹具参见附录 A。

6.6.2.3 引伸计

引伸计为一种安装在试样上并能连续记录伸长量的装置。

引伸计安装后应附着在试样上不产生滑动，且不损伤试样，引伸计应足够轻，使其在试样上产生的附加应力可以忽略不计。移动部件的惯性应足够低，使其不会对“力——伸长率”曲线产生影响。

引伸计的标距宜为 50mm。

引伸计的精度应不小于 0.01mm。

6.6.3 试验步骤

具体试验步骤如下：

a) 测量试样的直径和标距，试样直径测量精确到 0.01mm；

- b) 选择合适的量程范围,使试样断裂时的拉伸强度落在有效满刻度的 10%~90%之间。选择满刻度力值可由测试人员在开始试验前进行,或由力值传感放大器自动调整放大;
- c) 装载试样,确保试样轴线与所施加的力在同一方向上;
- d) 对试样施加预应力,预应力不超过破坏荷载的 5%;
- e) 安装引伸计,应保证引伸计与试样间不打滑;
- f) 使用自动装置连续加载,加载速度为 5mm/min;
- g) 测定拉伸强度和断裂伸长率时,应连续加载至试样破坏,记录最大荷载和断裂时的伸长率;
- h) 使移动夹具回到零位,取下断裂的试样断头,对其余试样重复上述步骤;
- i) 在夹具内断裂或打滑的试样,以及楔形槽板式夹具离夹紧处 10mm 范围内或圆弧式夹具距切点 10mm 范围内断裂的试样应予作废,同批有效试样不足 5 个时,应重做试验。如果作废的试样数超过被测试样数的 10%,应重新调整夹具。

注1:当引伸计对试样的表面有明显损伤以致于可能影响拉伸强度的测量值时,拉伸弹性模量和断裂伸长率的测量应与拉伸强度的测量分开进行。

注2:当测量断裂伸长率时,若断裂点不在引伸计的上下标距内,则本次测量应作为无效数据,并重新测量。

6.6.4 计算

6.6.4.1 拉伸强度

拉伸强度按式(1)计算。

$$\sigma_b = \frac{4P_b}{\pi D^2} \quad (1)$$

式中:

σ_b ——拉伸强度,单位为兆帕(MPa);

P_b ——试样破坏时的最大载荷,单位为牛顿(N);

D ——试样标称直径,单位为毫米(mm)。

6.6.4.2 拉伸弹性模量

拉伸弹性模量按式(2)计算。

$$E = \frac{4\Delta p}{\pi D^2 \Delta \varepsilon} = \frac{4\Delta p L_0}{\pi D^2 \Delta L} \quad (2)$$

式中:

E ——拉伸弹性模量,单位为兆帕(MPa)

Δp ——载荷-变形曲线或载荷-应变曲线上初始直线段的载荷增量,单位为牛顿(N);

L_0 ——试验前的测量标距,单位为毫米(mm);

D ——试样标称直径,单位为毫米(mm);

$\Delta \varepsilon$ ——与 Δp 对应的应变增量;

ΔL ——与 Δp 对应的标距 L_0 内的变形增量,单位为毫米(mm)。

6.6.4.3 断裂伸长率

断裂伸长率按式 (3) 计算。

$$\delta = \frac{\Delta L_b}{L_0} \times 100 \quad (3)$$

式中：

δ ——断裂伸长率，%；

L_0 ——试验前的测量标距，单位为毫米 (mm)；

ΔL_b ——试样破坏时标距 L_0 内的总伸长量，单位为毫米 (mm)。

6.6.4.4 数据处理

取 5 个试样的算术平均值作为项目的测试结果。

6.7 弯曲强度、弯曲弹性模量

按 YD/T 1181.1—2015 中 5.6 的规定进行。对于标称直径小于 1.5mm 样品的测试方式待研究。

6.8 吸水

按 GB/T 1462—2005 中的规定进行。对于标称直径小于 1.0mm 的 BFRP，试样总和重量应不小于 0.20g，其中有涂层的 BFRP 的吸水性试验应在水温 $23^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ 下进行。

6.9 最小瞬时弯曲半径

将 BFRP 绕到半径为 25 倍标称本体直径的圆筒上 1 圈，并保持 1min，绕成圈的 BFRP 应不解体，表面无毛刺、无裂纹、无弯折、光洁圆整。

6.10 高温弯曲性能

按 YD/T 1181.1—2015 中附录 A 进行，其中细节规定如下：

- a) 试验条件： $100^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，120h，弯曲半径 50D；
- b) 试样数量：2 根；
- c) 圈数：每根至少 3 圈；
- d) 验收方式：将试验从恒温箱中取出，在室温条件下放置 2h，将圈放开应能弹直，用 5 倍放大镜观察其表面，只要有一根解体，即表面有毛刺、裂纹、弯折、手感粗糙，则判定不合格。

6.11 低温弯曲性能

按 YD/T 1181.1—2015 中附录 A 进行，其中细节规定如下：

- a) 试验条件： $-40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ ，120h，弯曲半径 50D；
- b) 试样数量：2 根；
- c) 圈数：每根至少 3 圈；

- d) 验收方式：将试验从恒温箱中取出，在室温条件下放置 2h，将圈放开应能弹直，用 5 倍放大镜观察其表面，只要有一根解体，即表面有毛刺、裂纹、弯折、手感粗糙，则判定不合格。

6.12 扭转性能

按 GB/T 239.2 中规定的方法进行扭转试验，扭转次数为 $\pm 360^\circ$ 各 1 次，扭转速度为 $60^\circ/\text{s}$ 。试验时夹头间的标距长度宜为 200 倍标称本体直径，也可为用户规定的其他标距长度。同时应对试样施加一定的预拉紧力，拉紧力应不大于该试样标称抗拉强度的 2%。试验后从装置上取下样品，观察试样表面，表面应不解体，无裂纹、无毛刺、手感光滑。

6.13 与填充复合物的相容性

按 YD/T 1181.1—2015 中附录 B 的规定进行。

附 录 A

(资料性附录)

拉伸夹具

A.1 概述

对 BFRP 进行拉伸性能试验时,选用的夹具应便于正确安装与拆卸试样,具有足够的夹持力使试样不打滑,试验过程中对试样没有明显损伤。因此,适宜的夹具类型对试验结果的正确性和一致性具有重要作用。本附录推荐夹具具有圆弧式夹具和楔形槽板式夹具两种,并根据 BFRP 的标称直径不同进行选择。

A.1.1 圆弧式夹具

圆弧式夹具主要用于标称直径小于 1.0mm 的试样,可分为扇形活动钳口式夹具和圆形系柱式夹具两种,主要包括底座、导线轮、夹具和引伸计等部分组成,如图 A.1 所示。

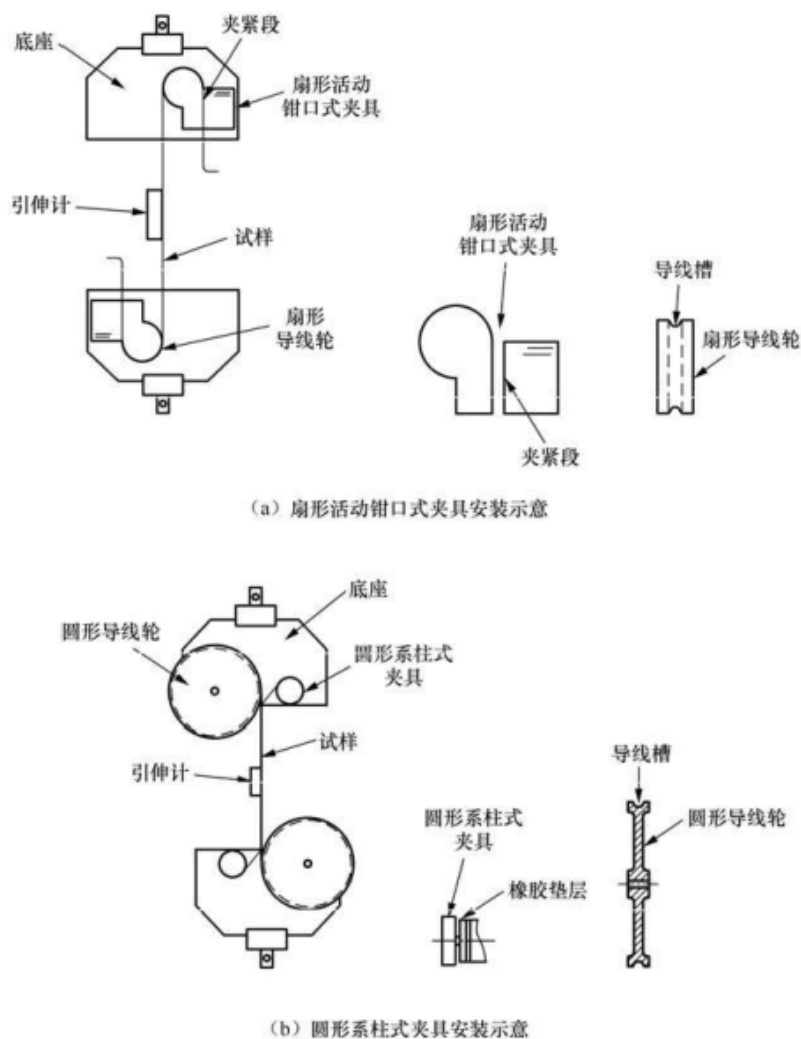


图 A.1 圆弧式夹具安装示意

主要部件功能及要求如下：

- 底座：用于导线轮和夹具等的固定安装，以及与拉伸试验机的固定连接。
- 导线轮：用于试样轴线定位和试样导引，导线轮有扇形导线轮和圆形导线轮，导线轮中间的导线槽宜为半圆形结构，半径宜为 $5\text{mm} \pm 1\text{mm}$ ，线槽表面应光洁无毛刺。其中扇形导线轮直径宜为 $35\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ，圆形导线轮直径宜为 $150\text{mm} \pm 10\text{mm}$ ；
- 夹具：用于拉伸时试样的固定，且对试样没有明显损伤，表面宜有垫层保护以免夹紧时破坏试样，也可用胶带粘住固定。其中扇形活动钳口式夹具中的夹紧段长度宜为 $50\text{mm} \sim 80\text{mm}$ ；圆形系柱式夹具的系柱直径宜为 $50\text{mm} \pm 5\text{mm}$ 。

A.1.2 楔形槽板式夹具

楔形槽板式夹具主要用于标称直径大于等于 1.0mm 的试样，主要包括顶杆、夹体、楔形槽板式夹具和引伸计等部分组成，如图 A.2 所示。

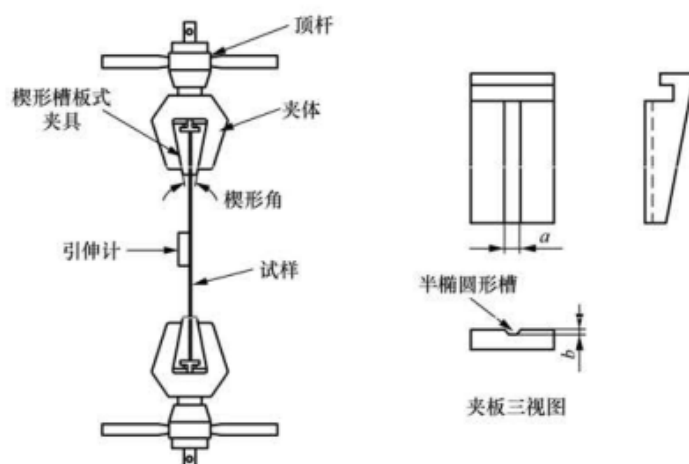


图 A.2 楔形槽板式夹具安装示意

主要部件功能及要求如下：

- 顶杆：通过上下移动顶杆位置，使楔形槽板式夹具向上张开或向下合拢，实现松懈或夹紧试样；
- 夹体：用于装载楔形槽板式夹具，内部腔体具有适宜的楔形角，楔形角推荐范围为 $20^\circ \sim 30^\circ$ ；
- 楔形槽板式夹具：用于拉伸时试样的轴线定位和试样固定，固定时对试样没有明显损伤。它由两块对称的夹板组成，其角度与夹体内部腔体楔形角一致。夹板中间带有半椭圆形槽，其槽尺寸根据试样标称直径进行选择，推荐其长轴 a 和短轴 b 按公式 (A.1) 和 (A.2) 计算获得，沟槽长度推荐范围为 $50\text{mm} \sim 100\text{mm}$ 。

$$a = \frac{(D + 0.30^{+0.05}_{-0.05})}{2} \quad (\text{A.1})$$

式中：

a ——槽长轴尺寸；

D ——试样直径。

$$b = \frac{D - 0.10^{+0.05}_{-0.05}}{2} \quad (\text{A.2})$$

式中：

b ——槽短轴尺寸；

D ——试样直径。

参 考 文 献

- [1] GB/T 1447—2005 纤维增强塑料拉伸性能试验方法
 - [2] GBT 7690.3—2001 增强材料 纱线试验方法 第3部分：玻璃纤维断裂强力和断裂伸长的测定
 - [3] GB/T 13096—008 拉挤玻璃纤维增强塑料杆力学性能试验方法
 - [4] ASTM 7269/7269M-2011, Standard test methods for tensile testing of aramid yarns.
-