

ICS 29.060.10
K 11



中华人民共和国国家标准

GB/T 29324—2012

架空导线用纤维增强树脂基复合材料芯棒

Fiber reinforced polymer matrix composite core for overhead electrical conductors

2012-12-31 发布

2013-06-01 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

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品命名及表示方法	2
5 规格	2
6 技术要求	2
7 试验	5
8 检验规则	6
9 包装、标志、运输和贮存	7
10 接收和拒收	8
附录 A (规范性附录) 卷绕试验	9
附录 B (规范性附录) 扭转试验	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国裸电线标准化技术委员会(SAC/TC 422)归口。

本标准负责起草单位:上海电缆研究所、远东复合技术有限公司。

本标准参加起草单位:中国电力科学研究院、广东电网公司、辽宁省电力有限公司、航天电工技术有限公司、特变电工山东鲁能泰山电缆有限公司、嘉兴宝盈通复合材料有限公司、邯郸市硅谷新材料有限公司、常州鸿泽澜线缆有限公司、西安超码复合材料公司、上海特缆电工科技有限公司。

本标准主要起草人:黄国飞、党朋、汪传斌、万建成、张春雷、杨长龙、孙泽强、臧德峰、尤洞、朱波、李哲盟、屈永强、孙萍、郑秋、周泽。

架空导线用纤维增强树脂基复合材料芯棒

1 范围

本标准规定了架空导线用纤维增强树脂基复合材料芯棒(以下简称复合芯棒)的术语、定义、规格、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输和贮存。

本标准适用于架空导线的纤维增强树脂基复合材料加强芯。

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 1446—2005 纤维增强塑料性能试验方法 总则

GB/T 1463—2005 纤维增强塑料密度和相对密度试验方法

GB/T 2572—2005 纤维增强塑料平均线膨胀系数试验方法

GB/T 6995.1—2008 电线电缆识别标志方法 第1部分:一般规定

GB/T 10125—1997 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 16422.3—1997 塑料实验室光源暴露试验方法 第3部分:荧光紫外灯

GB/T 22315—2008 金属材料 弹性模量和泊松比试验方法

GB/T 22567—2008 电气绝缘材料 测定玻璃化转变温度的试验方法

JB/T 8137.2—1999 电线电缆交货盘 第2部分:全木结构交货盘

3 术语和定义

GB/T 22567—2008 界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合材料 composite

由两种或两种以上的组分材料通过适当的制备工艺复合在一起的新材料,它既保留原组分材料的基本特性,又具有原单一组分材料所无法获得的更优异的特性。

3.2

纤维增强树脂基复合材料芯棒 fiber reinforced polymer matrix composite core

由一种或多种纤维与树脂材料复合在一起的圆形棒材。

3.3

直径 diameter

在同一圆截面且互相垂直的方向上两次测量值的平均值。

3.4

f 值 value f

垂直于轴线的同一圆截面上测得的最大和最小直径之差。

3.5

强度等级 grade

复合芯棒按其抗拉强度分为“1”、“2”两种强度等级。

3.6

温度级别 level

复合芯棒按长期允许使用温度分为“A”、“B”两种温度级别。

3.7

玻璃化转变温度 glass transition temperature

T_g

发生玻璃化转变的温度范围内的中点处的温度。

注：通过观察某些特定的电气、力学、热学或其他物理性能发生明显变化时的温度。可以很容易地测定玻璃化转变。另外，由于观察时所选取的性能及试验技术细节（例如加热速率、试验频率等），观察到的这个温度可能会有明显差异。因此，观察到的 T_g 应认为仅是一种近似值，且仅对某一具体技术及试验条件有效。

[GB/T 22567—2008, 定义 2.2]

3.8

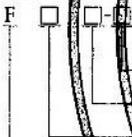
动态机械分析 dynamic mechanical analysis, DMA

是一种测量在振动负荷或变形下，材料的储能模量和/或损失模量与温度、频率或时间或其组合的关系。

[GB/T 22567—2008, 定义 2.7]

4 产品命名及表示方法

复合芯棒命名用型号、规格表示，表示方法如下：



GB/T 29324—2012

复合芯棒标称直径
 复合芯棒温度级别
 复合芯棒强度等级
 复合芯棒

示例：标称直径为 8.00 mm，抗拉强度等级为 2 100 MPa，耐温级别为 160 ℃的复合芯棒表示为：

F1B-8.00 GB/T 29324—2012

5 规格

复合芯棒推荐规格见表 1。

表 1 复合芯棒推荐规格参数表

规格	标称直径 D mm
	5.00, 5.50, 6.00, 6.50, 7.00, 7.50, 8.00, 8.50, 9.00, 9.50, 10.00, 10.50, 11.00

6 技术要求

6.1 外观

复合芯棒表面应圆整、光洁、平滑、色泽一致，不得有与良好的工业产品不相称的任何缺陷（如凹凸、

竹节、银纹、裂纹、夹杂、树脂积瘤、孔洞、纤维裸露、划伤及磨损等)。

6.2 直径偏差及 f 值

复合芯棒的直径偏差、 f 值应符合表 2 的规定。

表 2 复合芯棒直径偏差和 f 值

型 号	规格范围 mm	直径偏差 mm	f 值 mm
F1A、F1B、F2A、F2B	$5.00 \leq d < 8.00$	± 0.03	≤ 0.03
	$8.00 \leq d \leq 11.00$	± 0.05	≤ 0.05

注： f 值应测量三个不同截面，且截面间隔距离不小于 100 mm，取最大值作为结果。

6.3 抗拉强度

复合芯棒的抗拉强度应符合表 3 的规定。

表 3 复合芯棒的抗拉强度

等级	最小抗拉强度 MPa
1	2 100
2	2 400

6.4 长期允许使用温度

复合芯棒的长期允许使用温度应符合表 4 的规定。

表 4 复合芯棒的长期允许使用温度

级别	长期允许使用温度 ℃
A	120
B	160

6.5 线膨胀系数

复合芯棒在 40 ℃ 到长期允许使用温度区间内的平均线膨胀系数应不大于 $2.0 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ ，理论计算复合芯棒平均线膨胀系数取值 $2.0 \times 10^{-6} (1/^\circ\text{C})$ 。

6.6 密度

复合芯棒的密度应不大于 2.0 kg/dm^3 ，单位长度质量理论计算复合芯棒密度取值 2.0 kg/dm^3 。

6.7 卷绕

复合芯棒应在 55 D 直径的筒体上以不大于 3 r/min 的卷绕速度卷绕 1 圈，芯棒应不开裂、不断裂。

6.8 扭转

完成卷绕试验后的复合芯棒应以 $170D$ 的长度试样以不大于 2 r/min 的扭转速度扭转 360° 试验,其表层不开裂,且扭转后的抗拉强度应符合表 3 的规定。

6.9 径向耐压性能

复合芯棒应承受不小于 30 kN 的压力,其端部不开裂和脱皮。

6.10 玻璃化转变温度 $DMA T_g$

复合芯棒玻璃化转变温度 $DMA T_g$ 应符合表 5 的规定。

表 5 复合芯棒的玻璃化转变温度 $DMA T_g$

级别	玻璃化转变温度 $DMA T_g$ ℃ 不小于
A	150
B	190

6.11 高温抗拉强度

复合芯棒高温抗拉强度应不小于表 3 规定值的 95%。

6.12 弹性模量

复合芯棒的弹性模量应符合表 6 的规定。

表 6 复合芯棒的弹性模量

等级	弹性模量 GPa 不小于
1	110
2	120

6.13 耐荧光紫外老化

复合芯棒曝露 $1\ 008\text{ h}$ 后,其表面应不发黏,无纤维裸露、裂纹和龟裂现象。

6.14 盐雾试验

复合芯棒在温度为 $35\text{ }^\circ\text{C} \pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, pH 值 $6.5 \sim 7.2$ 之间的盐雾环境中保持 240 h ,其表面不应出现腐蚀产物和缺陷。

6.15 长度及长度偏差

复合芯棒其单根交货长度应不小于 $4\ 500\text{ m}$,允许按购买方要求的最小长度交货,长度允许偏差为

$+0.5\%$ 。除非购买方与制造方预先订有协议,才允许以双方协议规定的长度交货。

6.16 接头

不允许为了延续单根复合芯棒制造长度而产生的任何形式的纤维接头。

复合芯棒成品不允许有任何形式的接头。

7 试验

7.1 试验地点

除非供需双方另有协议,例行试验(R)和抽样试验(S)均应在制造厂内进行。

当芯棒的纤维、树脂配方、制造工艺等发生变化时应重新开展型式试验(T),试验应在具有资质的第三方检测机构进行。

7.2 试验方法

7.2.1 外观

目视观察。

7.2.2 抗拉强度试验

取合适长度试样,两端做好端头,处理好的端头能牢固的固定在试验设备上,确保在轴向拉伸试验中试样不滑落,同时试样有效拉伸长度应不小于 $70D$ 。试验中保证试样的纵轴线与拉伸的中线重合。拉伸速度应取为 $1\text{ mm/min} \sim 6\text{ mm/min}$,仲裁试验拉伸速度应取为 2 mm/min 。每批次至少测试5组试样。

7.2.3 卷绕试验

取长度不少于 $200D$ 的复合芯棒试样,试样应在 $55D$ 直径的筒体上以不大于 3 r/min 的卷绕速度卷绕1圈,保持 2 min ,芯棒应不开裂、不断裂。每批次至少测试3组试样。试验方法应符合附录A。

7.2.4 扭转试验

完成卷绕试验后,截取经卷绕试验的 $170D$ 长度复合芯棒,一端固定在试验设备旋转夹头中,另一端固定在试验设备定位夹头中,定位夹头加载 10 kg 砝码,试样以不大于 2 r/min 的扭转速度在导轮上完成 360° 的扭转,保持 2 min ,再将复合芯棒展直,其表层应不开裂,然后测试试样的抗拉强度。每批次至少测试3组试样。试验方法应符合附录B。

7.2.5 径向耐压试验

截取长度不小于 100 mm 的复合芯棒,以 $1\text{ mm/min} \sim 2\text{ mm/min}$ 加载速度平稳加载直至破坏,其他试验条件应符合GB/T 1446—2005的规定,记录最大压力值并目测试样端部开裂情况。每批次至少测试5组试样。

7.2.6 直径测量

复合芯棒直径测量应使用精度至少为 0.002 mm 的量具。直径应取在同一圆截面上互成直角位置上的两个读数的平均值,修约到两位小数,单位为毫米(mm)。



7.2.7 高温抗拉强度试验

复合芯棒应在试验温度符合表 7 规定的烘箱内静置 400 h,并在试验温度符合表 7 规定的高温试验机试验箱内静置 1 h 后在高温下按 7.2.2 测试抗拉强度。每批次至少测试 5 组试样。

表 7 复合芯棒的高温抗拉强度试验温度

等级	高温抗拉强度试验温度 ℃
1	120±3
2	160±3

7.2.8 弹性模量试验

取合适长度试样,两端做好端头,处理好的端头能牢固的固定在试验设备上,确保在轴向拉伸试验中试样不滑落,同时试样有效拉伸长度应不小于 70D。试验中保证试样的纵轴线与拉伸的中线重合。然后按 GB/T 22315—2008 中的 5.5.1 规定的方法测试弹性模量。

7.2.9 耐荧光紫外老化试验

按 GB/T 16422.3—1997 的规定进行试验,紫外波长为 340 nm,强度为 0.76 W/m²/nm,采用暴露方式 1,其中每循环辐照暴露时间为 4 h。复合芯棒暴露 1 008 h 后,目测表面质量。

7.2.10 密度

按 GB/T 1463—2005 规定的方法进行。

7.2.11 玻璃化转变温度 DMA T_g

按 GB/T 22567—2008 规定的方法进行试验,并按 GB/T 22567—2008 附录 A 规定的方法计算 DMA T_g 。

试样推荐尺寸为 2 mm×D×60 mm,升温速率为 5 K/min,频率为 1 Hz。

7.2.12 线膨胀系数

按 GB/T 2572—2005 规定的方法对同一试样进行两次试验,第二次试验测试数据作为最终试验结果。

7.2.13 盐雾试验

按 GB/T 10125—1997 规定的方法进行试验。

8 检验规则

8.1 产品应由制造厂检验合格后方可出厂。每批出厂的产品应附有制造厂的产品质量检验合格证。

8.2 产品应按表 8 的规定进行检验。

表 8 复合芯棒的检验

序号	检验项目	本标准章条编号	检验规则	试验方法
1	外观	6.1	T,R	7.2.1
2	直径偏差及 f 值	6.2	T,S	7.2.6
3	抗拉强度	6.3	T,S	7.2.2
4	线膨胀系数	6.5	T	7.2.12
5	密度	6.6	T,S	7.2.10
6	卷绕	6.7	T,S	7.2.3
7	扭转	6.8	T,S	7.2.4
8	径向耐压性能	6.9	T,S	7.2.5
9	玻璃化转变温度 $DMA T_g$	6.10	T,S	7.2.11
10	高温抗拉强度	6.11	T,S	7.2.7
11	弹性模量	6.12	T	7.2.8
12	耐紫外光老化	6.13	T	7.2.9
13	盐雾试验	6.14	T	7.2.13

8.3 每批按 5% 抽样,但不少于 2 盘;批量较大时,不多于 10 盘。第一次试验结果不合格时,应另取双倍数量的试棒就不合格项目进行第二次试验,如仍有不合格时,应逐盘检查。

如果是大批量的成品,并且制造厂能证明该批成品达到或超过规定性能要求时,则在供需双方达成协议的情况下,抽样数量可以减少至保证对每批复合芯棒达到足够的监测水平。

9 包装、标志、运输和贮存

9.1 线盘及包装

9.1.1 线盘应符合 GB/T 8137.2—1999 的规定,线盘的筒体直径应不小于 800 mm。

9.1.2 每个线盘上只绕一根复合芯棒。两端头应固定牢固,防止滑脱。

9.1.3 线盘外包装应能保护产品免受损伤。

9.2 标志

9.2.1 产地标志和识别

复合芯棒应具有制造厂名、产品型号、规格和计米长度的连续标志,并应符合 GB/T 6995.1—2008 的要求。

9.2.2 包装标志

每盘复合芯棒应附有标签,并标明:

- 制造厂名、商标和厂址;
- 产品名称、型号、规格;
- 产品长度: m;
- 皮重、毛重和净重: kg;

- e) 产品批号;
- f) 线盘旋转方向;
- g) 制造日期: 年 月 日;
- h) 本标准编号:GB/T 29324—2012。

9.3 运输和贮存

- 9.3.1 包装盘不应处于平放位置,且不得堆放。
- 9.3.2 盘装产品不得做长距离滚动,需短距离滚动时,应按线盘标示的旋转箭头方向滚动。
- 9.3.3 盘装产品不得遭受冲撞、挤压和其他任何机械损伤。
- 9.3.4 产品应放在干燥的环境中,避免放在潮湿且碱性的环境。

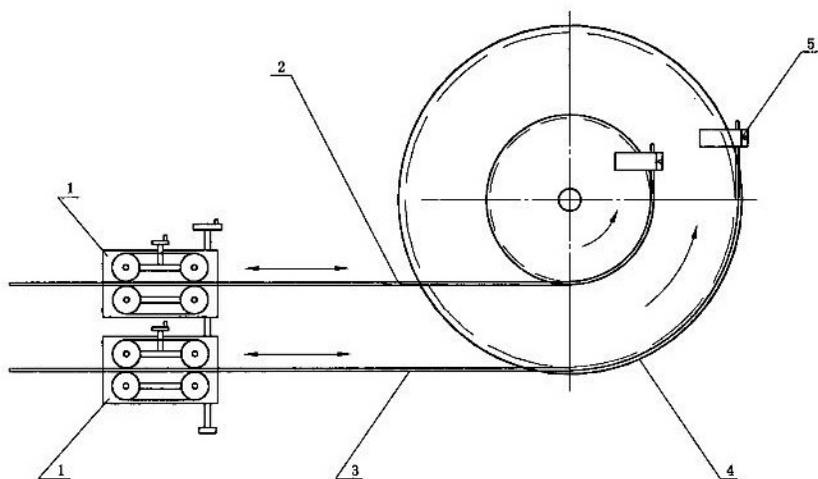
10 接收和拒收

- 10.1 若试样不符合本标准规定的任何一项要求,即可作为拒收该试样所代表的该批次成品的依据。
- 10.2 若任何一批复合芯棒因不符合 10.1 的规定而被拒收,则制造厂有权对该批所有各盘芯棒重新试验一次,并将其中合格的产品提交使用。

附录 A
(规范性附录)
卷绕试验

A.1 卷绕试验设备

复合芯棒的卷绕试验需专用卷绕设备进行试验。试验机应由复合芯棒导向装置、卷绕装置及安全防护装置组成,原理示意图见图 A.1。



说明:

- 1——复合芯棒双向牵引装置;
- 2—— $\Phi 5.00$ mm 复合芯棒试样;
- 3—— $\Phi 11.00$ mm 复合芯棒试样;
- 4——卷绕盘;
- 5——复合芯棒固定装置。

图 A.1 卷绕试验机原理示意图

A.2 卷绕试验方法

- 1) 根据复合芯棒的尺寸,选择安装所需的卷绕盘;
- 2) 调整试样导向装置,使之与卷绕盘成切线方向;
- 3) 调节复合芯棒固定装置,使复合芯棒与卷绕盘外圆表面相切并压紧;
- 4) 启动试验机,使卷绕盘旋转,进行试样卷绕试验;
- 5) 当试样卷绕满一圈时,停止转动,保持 2 min 后使试样反向匀速退出至初始位置;
- 6) 取下试样,目视观察其表面质量。

A.3 卷绕盘直径

表 A.1 卷绕盘直径参数表

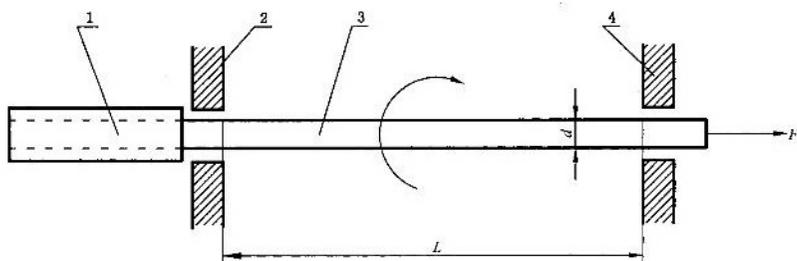
复合芯棒标称直径 mm	卷绕盘直径 mm
5.00	275.00
5.50	302.50
6.00	330.00
6.50	357.50
7.00	385.00
7.50	412.50
8.00	440.00
8.50	467.50
9.00	495.00
9.50	522.50
10.00	550.00
10.50	577.50
11.00	605.00

注：复合芯棒标称直径不为以上推荐规格时，且没有配套 55D 直径的卷绕盘时，应选取与其最接近且较小标称直径的推荐规格对应的卷绕盘直径。例如标称直径为 $\Phi 8.45$ mm 的复合芯棒，应选取 $\Phi 8.00$ mm 的复合芯棒对应的卷绕盘直径 $\Phi 440.00$ mm。

附录 B
(规范性附录)
扭转试验

B.1 扭转试验设备

复合芯棒的扭转试验需专用扭转设备进行试验。试验机应由复合芯棒夹持装置、扭转装置及外加负荷装置组成,原理示意图见图 B.1。



说明:

- 1——电机轴;
- 2——旋转夹头;
- 3——复合芯棒试样;
- 4——定位夹头;
- d ——试样的标称直径;
- L ——标距长度;
- F ——负荷。

图 B.1 扭转试验机原理示意图

B.2 扭转试验方法

扭转试验方法如下:

- 1) 根据复合芯棒的标称直径,确定试样的原始标距长度;
- 2) 调整定位夹头,使两夹头间的距离等于原始标距长度;
- 3) 在定位夹头上挂上规定负荷的砝码;
- 4) 安装试样,确保试样的轴线与夹具的轴线重合,旋紧夹具;
- 5) 启动试验机,进行扭转试验,试样扭转 360° 后停止,保持 2 min,随后退扭到初始状态;
- 6) 取下试样,目视观察其表面质量并按 7.2.2 进行抗拉强度试验。

中华人民共和国
国家标准
架空导线用纤维增强树脂基复合材料芯棒
GB/T 29324—2012

*

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.spc.net.cn
总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
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 1 字数 24 千字
2013年4月第一版 2013年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-46631 定价 18.00 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 29324—2012