T/CSEE

ICS 83.120

CCS Q 23

团 体 标 准

发 布

中国电机工程学会

20XX-XX-XX实施

20XX-XX-XX发布

架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒 扭转试验方法

Test method for torsion of hybrid fiber-reinforced composite solid fine round rods for overhead conductors

T/CSEE XXXX-XXXX

目 次

[前言 II](#_Toc20090)

[1 范围 1](#_Toc16960)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc6418)

[3 术语和定义 1](#_Toc287)

[4 试验条件 1](#_Toc15004)

[5 试验装置 1](#_Toc21418)

[6 试验方法 2](#_Toc10403)

[7 判定准则 4](#_Toc14143)

[8 试验报告 4](#_Toc22788)

[附录A （资料性） 扭转试验机结构示意图 5](#_Toc26716)

前 言

本文件按照《中国电机工程学会标准化管理办法》、《中国电机工程学会标准化管理办法实施细则》的要求，依据GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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专利的责任。

本文件由中国电机工程学会提出。

本文件由中国电机工程学会XXXX标准专业委员会技术归口和解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电机工程学会标准执行办公室（地址：北京市西城区白广路二条1 号，100761，网址：http：//www.csee.org.cn，邮箱：[cseebz@csee.org.cn）](mailto:cseebz@csee.org.cn）)。

架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒 扭转试验方法

1. 范围

本文件规定了本文件规定了直径范围在2mm～15mm内的架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒（以下简称“细圆棒”）的扭转试验方法，包括试验条件、设备要求、试验步骤及判定准则。

本文件适用于验证架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒纤维树脂层之间的结合性能。

1. 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒 hybrid fiber-reinforced composite solid fine round rods for overhead conductors

其核心部分由一系列纵向排列的纤维构成，包括但不限于碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维等。至于外层，则由连续的纵向或缠绕排列的纤维构成，例如玻璃纤维、芳纶纤维等。这些材料在与树脂充分浸润并经过拉挤、热固化等处理后，形成了实芯的细长杆。

扭转试验 torsion test

将细圆棒按照指定方向缠绕在规定直径的卷轴上，以验证其抗塑性变形的能力。

轴向拉伸试验 axial tensile test

对细圆棒施加轴向拉力，以测定其拉伸强度的试验。

1. 试验条件

实验室室温宜在5℃～40℃的范围内，相对湿度不大于85%，电源电压的波动范围在额定电压的±5%以内。

1. 试验装置
   1. 通用要求

试验装置通常包括扭转试验机和卧式拉力机。

扭转试验机的一端应配备拉力装置，在进行扭转测试时能够对不同直径的试样施加并保持一定的轴向拉力。

扭转试验机和卧式拉力机都应配备具有不同内径的楔形夹具，以适应各种直径的试样，并确保在扭转或拉伸过程中试样得到稳固的固定。

* 1. 扭转试验机

扭转试验机主要由主机架、砝码导轮组装置、滑动支架部分、伺服电机驱动部分、扭矩传感器、夹具部分、位移测量及操控部分等组成。其主结构示意如图见附录A所示。

扭转试验机能够对试样执行具有可控制转角和转速的扭转试验，应能模拟细圆棒在存储或放线过程中所经历的扭转状态。

扭转试验机的扭矩范围为（6～300）Nm，可实现连续调节，扭矩示值误差控制在±1%以内。

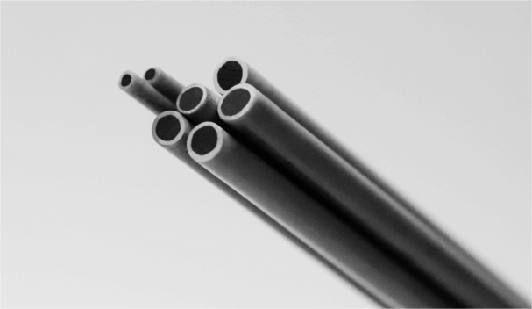
两个夹持端之间的有效工作长度应足够长，以确保满足不同试样长度的需求。

* 1. 卧式拉力机

卧式拉力机力值量程≥10 kN，精度±1%。卧式拉力机的两个夹持端之间的有效工作长度应足够长，以满足试样长度的需求。

1. 试验方法
   1. 外观检查

细圆棒的整体外观如图1所示。



1. 架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒示意图

细圆棒表面应圆整、光洁、平滑、色泽一致。

细圆棒不应有目力可见的缺陷，如明显的划痕、压痕、干纱和单根凸起等。

细圆棒不应有与良好商品不相称的任何缺陷。

* 1. 尺寸测量
     1. 直径测量

样品直径D的测量应采用精度至少为0.001毫米的测量工具进行。直径测量应在同一试样上，相隔500毫米的间隔，随机选取三个截面进行。同时，在同一圆截面上，取两个垂直位置的读数的平均值；最终结果应四舍五入至两位小数，并以毫米(mm)为单位。

* + 1. 长度测量

试样的长度测量应使用精度至少为0.01的量具进行，长度的允许偏差为±0.5%。

* 1. 试样准备

从同一批次的细圆棒中随机抽取一根，然后以合适的方式将其切割成九段，每段试样的长度应至少是试样直径的170倍。选取三段进行扭转前的轴向拉伸测试，另外三段进行扭转测试，剩余的三段则保留作为备用。

样品应在实验室环境下保持自然展开状态，静置12小时后进行测试。若需延长静置时间，应通过供需双方协商后确定。

* 1. 附件选择

附件主要包括：扭转夹具、砝码、拉伸夹具。

根据试样的直径选择相应的扭转夹具。

砝码质量基于扭转试验前预轴向拉伸测试（参见6.5.1）所获得的平均值的2%进行计算。

拉伸夹具宜由试验委托方随试样一同提供，以确保试样与夹具的匹配度；也可以通过供需双方协商后选择拉伸夹具的供应。

* 1. 试验步骤
     1. 扭转前的预轴向拉伸测试

将试样两端通过拉伸夹具固定在拉伸试验机上，以10 mm/min的速率进行加载，直至试样断裂。

记录每一根试样的最大断裂破坏值，断裂破坏值均需大于或等于供应商公布的标称断裂值，并计算三根试样的轴向拉伸断裂值，再继续执行卷绕测试。

如果在上述测试中，试样的拉伸断裂载荷未能达到供应商公布的标称断裂值，并且断裂点位于拉伸夹具出口处的内侧，则需要重新取样并进行再次测试。

如果在上述测试中，试样的拉伸断裂载荷未能达到供应商公布的标称断裂值，并且断裂点位于拉伸夹具出口处的外侧，则需由供需双方协商决定是否需要重新取样并进行再次测试。

* + 1. 扭转试样安装

根据试样直径，安装所需的扭转夹具；

松开扭转试验机两侧的扭转夹具，然后将试样两端分别穿过两侧的扭转夹具。在确认试样的轴线与夹具的轴线完全对齐后，重新旋紧扭转夹具，确保试样被牢固地夹持在扭转夹具中。

根据6.4.3条款为砝码导轮组装置挑选适当的砝码，以维持试样恒定的张力。若砝码的质量与6.4.3条款计算出的值不匹配，应选择最接近计算值但质量稍大的砝码。

* + 1. 扭转试验

在控制系统的操作界面上，设定适当的扭转角度，推荐值为大于等于360°，亦可根据供需双方的协商选择扭转角度，但不宜少于360°。

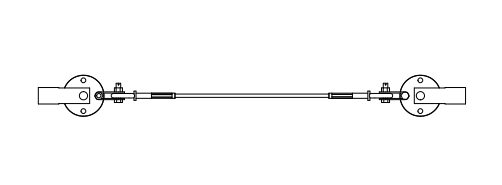
启动扭转试验机，以不超过2 r/min的扭转速度对试样进行360°逆时针扭转，直至达到预设的扭转角度，随后保持该状态2分钟。接着，以不超过2 r/min的扭转速度对试样进行360°顺时针扭转，直至达到预设的扭转角度，同样保持该状态2分钟。供需双方可随机决定先进行顺时针扭转还是先进行逆时针扭转。

松动扭转夹具，取下试样，目视观察其表面是否出现裂纹或分层；有疑问时，可使用放大镜观察。

* + 1. 轴向拉伸试验

取经过6.5.3扭转试验，且表面经目视检查无裂纹或分层的试样三根。

将试样两端通过拉伸夹具固定在拉伸试验机上，如图2所示；以10 mm/min的速率进行加载，直至试样断裂。



1. 轴向拉伸试验示意图
3. 轴向拉伸试验示意图

记录最大断裂载荷及断裂位置，并计算三根试样的平均轴向拉伸断裂值。

1. 判定准则

若轴向拉伸断裂值达到或超过扭转前预轴向拉伸测试平均断裂值的90%，则判定扭转测试为合格。

如果在进行轴向拉伸测试后，其断裂值低于扭转前的平均轴向拉伸断裂值的90%，则判定该卷绕测试未通过。

若在轴向拉伸测试后发现1根试样在拉伸夹具出口的内侧断裂，并且3根试样的平均拉伸断裂值低于扭转前预轴向拉伸测试平均断裂值的90%，但大于扭转前预轴向拉伸测试平均断裂值的85%，则应取出备用试样并进行重新测试。

1. 试验报告

试验报告应包含以下内容：

1. 试样信息（批次、规格、数量）；
2. 试验条件（温度、湿度、设备型号）；
3. 试验结果（尺寸偏差、表面状态、断裂载荷等）；
4. 判定结论（合格/不合格）；
5. 试验日期及操作人员签名。
7. （资料性）  
   扭转试验机结构示意图
   1. 扭转试验机

扭转试验机结构示意图如图A.1所示。



5

4

3

9

8

7

6

2

1

标引序号和符号说明：

1——导向轮

2——滑动支架及滑动轴

3——夹具

4——直线导轨

5——控制面板

6——驱动装置

7——扭矩传感器

8——主机架

9——砝码

图A.1 扭转试验机结构示意图

参 考 文 献

1. ISO 7800-2012 金属材料 线材 单向扭转试验
2. IEC TS 62818-1:2024 Conductors for overhead ines - Fiber reinforced composite core used as supporing member material- Part 1: Polmeric matrix composite cores
3. GB/T 4909.4-2009 裸电线试验方法 第4部分：扭转试验

**━━━━━━━━━━━**