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

编 制 说 明

目次

[1 编制背景 1](#_Toc513731110)

[2 编制主要原则 1](#_Toc513731111)

[3 主要工作过程 2](#_Toc513731112)

[4 标准结构和内容说明 2](#_Toc513731113)

[5相关标准对比说明 3](#_Toc513731114)

[6标准实施措施说明 3](#_Toc513731115)

1 编制背景

本标准是根据中国电机工程学会文件电机咨[2024]535号文，“中国电机工程学会关于印发‘中国电机工程学会 2024 年标准计划（第二批）’的通知”下达的制定任务，项目序号202412200002，对“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”团体标准进行制定的。由中国大唐集团有限公司大唐吉林发现有限公司珲春热电分公司负责起草。

架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒，其中心部分由连续的纵向排列的纤维（如：碳纤维、芳纶纤维、玄武岩纤维等）、外层由连续的纵向或缠绕排列的纤维（如：玻璃纤维、芳纶纤维等），经与树脂浸润后拉挤固化复合成的实心细圆棒。具有尺寸稳定、重量轻、强度大、热膨胀系数小等优点；还具备高比模、耐疲劳、抗蠕变、耐腐蚀等特点。其应用一般是由多根实芯细圆棒作为增强体掺入其他材料中、也可以单根或数根细圆棒与其他金属材料成缆、或多根细圆棒编织成缆绳，除了可用于架空线路外，还可应用于建筑、桥梁、牵引、拖曳、起重、体育器材等，在国内外均有实际应用。

架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒采用的拉挤热固化制作工艺决定了其轴向抗拉能力较强，但径向剪切性能和抗压性能较弱。夹芯细杆一般通过扭转在线盘上来进行储运，并通过绞合成缆来使用。无论是扭转成盘还是绞合成缆，都涉及扭转问题。从物理学分析可知，夹芯细杆扭转时，其最大的等效应力集中分布在杆的最外侧，圆杆外表面剪应力最大。考虑到混杂纤维混杂细圆棒制作工艺的差异性，绝大多数企业或检验机构则采用扭转试验验证混杂纤维混杂细圆棒的不同材料层间结合质量。而过去所参考的金属材料线材单向试验的判定方法无法适用于碳纤维材料，缺乏统一的规范，对于扭转影响的细圆棒性能无法做出细致科学的判断，导致产品存在一定安全风险，易导致贸易摩擦。

目前该试验方法已在美国、中国、日本等国家的制作企业、检验研究机构等得到应用，对验证和提升混杂纤维混杂细圆棒的质量起到积极作用，并有着丰富的实践基础。本标准的编制，旨在为架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验提供理论依据，顺应技术发展的要求，并助力行业高质量发展，填补行业内对于该类标准的空白。此外，本标准的发布实施可为后续的扭转试验工作提供科学合理的理论基础，以降低细圆棒的报废成本及安全隐患，激励研发企业进行产品的升级或创新，促进企业降本增效。

2 编制主要原则

2.1 规范性

本标准的编制按照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》等进行，使标准更严谨、更规范。标准制定流程遵循学会标准化程序，包括立项、起草、征求意见、送审报批等环节，以保证标准的权威性‌。

2.2科学性

本标准是根据架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验现存问题，基于中国大唐集团有限公司大唐吉林发现有限公司珲春热电分公司、泛美斯特碳纤维技术（北京）有限公司对碳纤维复合技术的研发成果以及实际应用，参考相关现有标准内容的相关要求进行编制的，以确保标准内容的准确性。

2.3适用性

本标准的编制立足于行业实际需求，以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科学指导需求为导向，解决目前参考试验方法标准无法完全适用、细圆棒运输扭转状态存在安全隐患、缺乏统一规范的试验方法等问题，标准适用性强。

2.3 协调性

本标准在起草过程中注意了与有关法律法规、相关行业指导文件及规范政策、强制性国家标准、行业标准的协调，没有互相矛盾的内容。及时响应智能化技术迭代及政策变化，与现有架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒系统相关标准体系相互协调，互成一体。

3 主要工作过程

3.1前期工作

（1）成立标准编制工作组：2024年3月起，标准发起单位中国大唐集团有限公司大唐吉林发现有限公司珲春热电分公司联合国网黑龙江省电力有限公司电力科学研究院、泛美斯特碳纤维技术（北京）有限公司、杭州标检科技有限公司、浙江上检电力检测有限公司、昆明飞翔材料技术有限公司等参与单位着手进行编制准备。为保证标准编制工作的顺利开展，成立标准编制工作组。

（2）调查研究和收集资料：2024年4月至5月，工作组组织多次讨论会议，并与相关企业及标准研究机构展开交流，对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国内外发展及应用等相关资料进行了收集与整理，系统梳理了相关核心信息。

（3）初稿编制：2024年6月至8月，在前期项目研究、文献资料分析、信息调研的基础上，工作组确立了标准结构，形成标准草案。

3.2标准立项

2024年10月，标准发起单位向中国电机工程学会提起立项申请，经专家质询与讨论一致同意通过该团体标准立项，并提出如下修改意见：(1) 进一步斟酌标准名称的主体元素；(2)对系统的整体架构、系统构成、功能性能等进行深入研究；(3) 按照 GB/T 1.1的要求进行编制。

2024年12月31日，中国电机工程学会发布《中国电机工程学会关于印发“中国电机工程学会 2024 年标准计划（第二批）”的通知》（电机咨[2024]535号），该标准位列其中，正式批准立项。

3.3预征求意见

标准立项后，标准编制工作组多次召开内部讨论会，不断收集、完善标准相关内容。计划2025年3月形成《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》(征求意见稿)及编制说明提交协会，经协会审核通过后正式进入征求意见阶段。

4 标准结构和内容说明

4.1适用范围

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。

4.2主要技术内容

（1）术语和定义：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒、扭转试验、轴向拉伸试验的定义进行了阐述；

（2）试验条件：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒进行扭转试验的室内温度、相对湿度和电源电压的波动范围进行说明；

（3）试验装置：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验的扭转试验机和卧式拉力机两个试验装置的具体要求进行了规定；

（4）试验方法：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验需要进行的外观检查、尺寸测量、试样准备、附件选择前期准备，以及扭转前的预轴向拉伸测试、扭转试样安装、扭转试验和轴向拉伸试验的各项试验步骤作出了具体要求；

（5）判定规则：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验的最终试验结果的合格与否提供了判定依据；

（6）试验报告：对架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒扭转试验的试验报告应包含的内容提供了相关指导。

5相关标准对比说明

（1）《裸电线试验方法 第4部分：扭转试验》（GB/T 4909.4-2009）规定了裸导线扭转试验的试验设备、测量步骤、试验结果及评定等。本标准仅针对铜、铝及其合金、双金属线灯的截面导体的扭转性能，与架空导线用混杂纤维增强复合材料实芯细圆棒的材料存在差异。

（2）《金属材料-线材-单向扭转试验》（ISO 7802:2013）规定了直径或特征尺寸为0.1 mm至14mm的金属丝在单向简单扭转过程中承受塑性变形的能力的测定方法。本标准所述试验可以检验线材或丝材承受扭转变形性能，以显示其表面缺陷或镀层的结合牢固性的试验。

（3）《架空线导体用纤维增强复合芯材作为支撑材料——第1部分:聚合物基复合芯材 》（IEC TS 62818-1：2024）建立了一套用作架空线路导体的支撑构件材料的纤维增强复合芯系统，推荐了适用的测试、验收或失效要求。本标准的8.1节推荐了其扭转试验和基本要求，但仅为针对架空线导体用的纤维增强复合芯，不能完全适用。

6标准实施措施说明

本标准发布后，标准发起单位中国大唐集团有限公司大唐吉林发现有限公司珲春热电分公司将发挥行业领域带头作用，联合参与单位组织开展宣贯培训，高效协调行业内相关电力公司、检测机构等单位参与标准学习，保障标准有效落地，并对标准实施成效作出充分的评估及持续改进。集团将第一时间落实标准内容，建立长效管理机制，确保落实到位。

为全面宣传和贯彻执行标准，需采取下列措施进行推进：

（1）组建宣贯领导组和工作组。组织参与本标准编制工作的相关人员组成标准宣贯领导组和工作组；

（2）广泛宣传，大力动员。举办宣传贯彻培训班，印制发放宣传手册，借助政府网站、新闻媒体、现代通信手段等平台进行广泛宣传。

（3）解析技术指标与实施难点。联合碳纤维细圆棒生产厂家及检测机构等相关单位开展实操及试验分析等，为标准的制定提供有效的技术指导。