

T/CAQI

团 体 标 准

T/CAQI XXXX—2025

新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸技术要求

Technical requirements for oil-resistant composite insulation paper for new energy drive motors

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国质量检验协会 发 布

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 技术要求 1

5 试验方法 3

6 检验规则 4

7 包装、标志、运输与贮存 4

前 言

本文件按照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》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。

本文件由中国质量检验协会提出并归口。

本文件起草单位：3M中国有限公司、烟台民士达先进制造有限公司、新丰杰力电工材料有限公司、华域汽车电动系统有限公司、陕西科技大学、瑞安复合材料（深圳）有限公司、湖北平安电工科技股份有限公司、常州市金龙绝缘材料有限公司、上海优力科新材料科技有限公司、许昌金质绝缘材料有限公司、华兴中科标准技术（北京）有限公司。

本文件主要起草人：张浩、李鹏周、肖剑、魏雄强、肖剑、成锐、杨兰兰、李俊、杨健、吴茂森、杨威、李华。

新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸技术要求

1 范围

本文件规定了新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸的技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输与贮存。

本文件适用于新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸的生产制造。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 191 包装储运图示标志

GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定

GB/T 1409 测量电气绝缘材料在工频、音频、高频（包括米波波长在内）下电容率和介质损耗因数的推荐方法

GB/T 1410 固体绝缘材料体积电阻率和表面电阻率试验方法

GB/T 5591.2 电气绝缘用柔软复合材料 第2部分：试验方法

GB/T 5591.3 电气绝缘用柔软复合材料 第3部分：单项材料规范

GB/T 7354 高电压试验技术 局部放电测量

GB/T 20629.2 电气绝缘材料 薄膜 第2部分：试验方法

JB/T 1544 电气绝缘浸渍漆和漆布快速热老化试验方法 热重点斜法

JB/T 3730 电气绝缘用柔软复合材料耐热性能评定试验方法 卷管检查电压法

ISO 16232 道路车辆 液压管路部件的清洁度

VDA 19.1 汽车零部件的清洁度 检测方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

复合绝缘纸 composite insulating paper

由两种或两种以上不同绝缘材料，通过适当工艺复合而成的具有电气绝缘性能的片状材料。其中包含发泡绝缘纸。

3.2

温度指数 temperature index

在规定的试验条件下，材料达到一定热老化程度时所对应的温度值，用于表征材料的耐热性能。

4 技术要求

4.1 外观

应符合以下要求：

- 试样表面：应均匀光滑并且无气泡、开裂、鼓包、褶皱、蚯蚓纹等瑕疵；
- 绝缘纸横幅：尺寸材料既可以按定长剪切而成的片状形式供货，也可以成卷式供货。绝缘纸应能无损伤性开卷，应无导电粒子和其他不良杂质；
- 绝缘纸长度：可以与客户协商纸卷的长度和盘径的大小，原则上单卷内应无接头；
- 卷筒内芯直径：成卷材料应卷在纸板管芯或其他合适的管芯上供货，管芯内径应由供需双方商定（优选 76 mm 或 150 mm）。

4.2 性能要求

复合绝缘纸除满足GB/T 5591.3规定的材料性能之外，其机械性能和电气性能还应至少满足4.3～4.13规定的要求。

4.3 介电常数

工频下500 V（AC） ≤ 4 。

4.4 介电损耗

工频下500 V（AC） ≤ 0.01 。

4.5 体积电阻率和表面电阻率

应符合以下要求：

- a) 体积电阻率 $\geq (1.0 \times 10^{13}) \Omega \cdot m$ ；
- b) 表面电阻率 $\geq (1.0 \times 10^{14}) \Omega \cdot m$ 。

4.6 局部放电起始电压

局部放电起始电压峰值 $V_p \geq 1300$ V。

4.7 拉伸强度

纵向拉伸强度 ≥ 135 N/10 mm，横向拉伸强度 ≥ 100 N/10 mm。

4.8 断裂伸长率

纵横向断裂伸长率 $\geq 10\%$ 。

4.9 边缘抗撕裂

纵向边缘抗撕裂 ≥ 150 N，横向边缘抗撕裂 ≥ 300 N。

4.10 清洁度

颗粒物质量 ≤ 1.5 mg，金属颗粒外径 ≤ 400 μm ，非金属颗粒外径 ≤ 600 μm ，不允许有金属纤维，非金属纤维 ≤ 2000 μm 。

4.11 耐热性

温度指数 ≥ 180 $^{\circ}C$ 。

4.12 耐油性能

对于新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸，除满足4.1～4.11所规定的要求外，还应满足表1中高温冲击耐油性能要求，试验按照5.7所规定的方法进行。

表 1 新能源驱动电机用耐油复合绝缘纸高温冲击耐油性能

序号	检测项目	单位	检测方法	指标要求
1	外观	/	目测	不起泡、不开裂、不分层
2	拉伸强度，不弯折（横/纵）	N/10mm	GB/T 5591.2 GB/T 20629.2	$\geq 50\%$ 的初始值
3	断裂伸长率，不弯折（横/纵）	%		$\geq 10\%$ 的初始值
4	边缘抗撕裂	N		$\geq 10\%$ 的初始值

4.13 高温剪切强度（适用于发泡绝缘纸）

180℃温度下的剪切强度 ≥ 0.5 Mpa。

5 试验方法

5.1 介电常数

按照GB/T 1409的规定进行试验，试验电压AC500 V，测试5个试样，取平均值作为试验结果。

5.2 介电损耗

按照GB/T 1409的规定试验，试验电压AC500 V，测试5个试样，取平均值作为试验结果。

5.3 体积电阻率和表面电阻率

按照GB/T 1410的规定试验，高阻计可测电阻 10^{13} Ω 。

5.4 局部放电起始电压

按照GB/T 7354的规定测试，记录绝缘纸的PDIV值。

5.5 拉伸强度

按照GB/T 5591.2的规定对样品进行试验，夹持距离为200 mm，拉伸速度为100 mm/min，每个方向测试5个试样，取中值作为试验结果。

5.6 断裂伸长率

按照GB/T 5591.2的规定对样品进行试验，夹持距离为200 mm，拉伸速度为100 mm/min，每个方向测试5个试样，取中值作为试验结果。

5.7 边缘抗撕裂

按照GB/T 5591.2的规定对样品进行试验，拉伸速度为50 mm/min，每个方向测试5个试样，取中值作为试验结果。

5.8 清洁度

按照ISO 16232和VDA 19.1的规定执行。绝缘纸应从未打开的原始包装中取出，应在有机碳氢化合物溶剂中清洗（按照VDA19清洗）；抽取绝缘纸后，按规定清洗液冲洗后，获得的所有颗粒在100℃容器内进行烘干后，测量所有颗粒的质量，粒子的大小通过万工显拍摄带有刻度的照片目测获得。

5.9 耐热性

按照JB/T 1544和JB/T 3730的规定进行试验。

5.10 耐油性能

5.10.1 测量ATF油其初始水含量，经过计算后，向油品中加入适量去离子水，在8000 r/min转速下搅拌5 min，使得油水混合物中水含量为 (2000 ± 100) ppm。试验用密封罐整体及螺栓材质为SUS304不锈钢，容积为2 L，密封垫垫片材质为聚四氟乙烯。

5.10.2 将样品按照测试项目裁切成各种尺寸，然后将材料平均分成三份，其中一份作为未处理样品，经过 (23 ± 2) ℃、相对湿度为 $(50 \pm 5)\%$ 的环境下处理24 h后直接在空气中进行测试试验；其余两份分别放入带有密封罐中进行不同条件的耐油老化试验。每个密封罐中加入75%容积含量的前述油水混合物，使样品完全浸没。

5.10.3 周期高低温测试处理条件：将处理好的密封罐置于冷热冲击箱中进行以下循环：室温 $\rightarrow$ (155℃/40 h $\rightarrow$ -40℃/8 h)*8周期 $\rightarrow$ 室温。分别在第4、8循环结束后，取出样品，用吸油纸处理表面油渍，再进行后续测试试验。

5.11 高温剪切强度（适用于发泡绝缘纸）

依据GB/T 7124对样品进行试验，发泡绝缘纸样品尺寸为12.5 mm×25.0 mm；2个钢板间的间隙设定可以根据实际应用情况，推荐测试间隙为300 μm；样条在180 ℃温度放置10 min后，以5 mm/min的夹具移动速率测试剪切力。

6 检验规则

6.1 组批

以同一原料、同一工艺、同一规格连续生产的产品为一批，每批数量不超过50000 m²。

6.2 出厂检验

6.2.1 每批产品应进行出厂检验，检验项目包括外观、拉伸强度、断裂伸长率、介电常数、介电损耗。

6.2.2 抽样方法：从每批产品中随机抽取3卷（张），每卷（张）随机抽取足够数量的样品进行检验。

6.2.3 判定规则：所有检验项目均符合本标准要求时，判定该批产品合格。若有不合格项，应从该批产品中加倍抽样复检，复检全部合格则判定该批产品合格；若仍有不合格项，则判定该批产品不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验项目包括本标准第4章规定的全部技术要求。

6.3.2 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品投产或老产品转产时；
- b) 原材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每半年进行一次；
- d) 产品停产一年以上恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时；
- f) 国家质量监督机构提出型式检验要求时。

6.3.3 抽样方法：从出厂检验合格的产品中随机抽取3卷（张），每卷（张）随机抽取足够数量的样品进行检验。

6.3.4 判定规则：所有检验项目均符合本标准要求时，判定型式检验合格。若有不合格项，则判定型式检验不合格。

7 包装、标志、运输与贮存

7.1 包装

缘纸卷（或片）应用防潮材料密封包装，密封后装入能防止运输过程中变形与损坏的坚固箱内，每个包装箱应附有产品合格证。

7.2 标志

绝缘纸的包装箱上应清晰、明显而牢固地标明：生产厂名和产品名称、代号、批号、净重、毛重、生产日期以及防潮、防火、防热、防振等标记或符合GB/T 191规定的图示标志。

7.3 运输

绝缘纸在运输中应防潮、防火、防热、防止挤压。

7.4 贮存

绝缘纸应贮存于干燥而洁净的室内，不得靠近火源、热源或受日光直射，贮存期为生产之日起24个月内。发泡绝缘纸在0 ℃～10 ℃条件下的贮存期为生产之日起7个月内。超过贮存期的产品经检验，合格者仍可使用。