

ICS 29.080

K 15

备案号: 46516-2014

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB / T 31049 — 2014

风力发电机绝缘规范

Insulation specification for wind turbine generator

2014-06-29 发布

2014-11-01 实施

国家能源局 发布

目 次

前言	II
引言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 技术要求	2
4.1 组成风力发电机绝缘系统单一材料的要求	2
4.2 风力发电机绝缘系统的技术要求	4
4.3 试验方法与试验设备	4
4.4 检验规则	5
4.5 高原风力发电机工频耐电压修正系数	5
附录 A (资料性附录) 试验脉冲电压特性	6
附录 B (资料性附录) 测试浸渍树脂的挥发分	7
附录 C (资料性附录) 高原风力发电机工频耐电压修正系数	8

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电气绝缘材料与绝缘系统评定标准化技术委员会（SAC/TC 301）归口。

本标准负责起草单位：上海电器科学研究院、湘潭电机股份有限公司、苏州巨峰电气绝缘系统股份有限公司、机械工业北京电工技术经济研究所。

本标准参加起草单位：东方电气集团东方电机有限公司、佳木斯电机股份有限公司、杜邦（中国）集团有限公司、上海申发检测仪器有限公司、株洲时代电气绝缘有限责任公司、西安交通大学电力设备电气绝缘国家重点实验室、金风科技股份有限公司、南车株洲电机有限公司、南阳防爆集团股份有限公司、上海电器设备检测所、上海南洋电机有限公司、上海电缆研究所、华锐风电科技（集团）股份有限公司、东方电气集团东风电机有限公司、江苏大通机电有限公司、冠城大通股份有限公司机电分公司、国电联合动力技术（宜兴）有限公司、苏州太湖电工新材料股份有限公司、广州贝特新材料有限公司、江苏宝杰隆电磁线有限公司、烟台民士达特种纸业股份有限公司。

本标准主要起草人：张生德、赵超、李锦樑、刘亚丽、王放文、夏宇、郭丽平、潘庆辉、苏春华、黄双意、徐保弟、刘学忠、钟力生、梁智明、李强军、高新华、田国群、黄慧洁、李素平、周菊宝、李松强、赵群、李磊、李泽端、王志新、郑启荣、缪思镛、肖先雄、张艳庆、李福、黄钧铭、李新忠、陈政标、戴连勇。

引 言

随着我国能源形势趋紧及保护和改善环境的需要,近几年风力发电机的制造呈现大规模发展之势。投入运行的风电机组发生故障的情况也随之出现,其中绝缘系统故障占有相当的比例。因此,提高风力发电机绝缘系统的可靠性对提高整个风电机组的可靠性具有重要意义。

由于变流器的引入,风力发电机绝缘系统与普通发电机绝缘系统所承受的应力不同,如高频脉冲电压、局部放电等,而绝缘材料、电磁线的耐高频冲击能力对风力发电机绝缘系统尤为重要。本标准根据风力发电机的运行工况和相关风力发电机制造、用户单位的实际情况,参考国内外现行标准,对风力发电机的绝缘系统提出了规定。由于风力发电机运行工况的复杂性,对绝缘系统特殊环境试验的要求需进一步验证和积累数据,因此,有关温度变化、盐雾、低气压、振动及多因子综合老化等评定的技术要求还在考虑中。

风力发电机绝缘规范

1 范围

本标准规定了并网型风力发电机绝缘规范。

本标准适用于额定电压 6.6kV 及以下并网型风力发电机。

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 755—2008 旋转电机 定额和性能（IEC 60034-1: 2004, IDT）

GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Db 交变湿热（12h+12h 循环）（GB/T 2423.4—2008, IEC 60068-2-30: 2005, IDT）

GB/T 4074.7—2009 绕组线试验方法 第 7 部分：测定漆包绕组线温度指数的试验方法（IEC 60172: 1987, IDT）

GB/T 4207 固体绝缘材料耐电痕化指数和相比电痕化指数的测定方法（GB/T 4207—2012, IEC 60112: 2009, IDT）

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 5591.3—2008, IEC 60626-3: 2002, MOD）

GB/T 6109.20 漆包圆绕组线 第 20 部分：200 级聚酰胺酰亚胺复合聚酯或聚酯亚胺漆包铜圆线（GB/T 6109.20—2008, IEC 60317-13: 1997, IDT）

GB/T 7060 船用旋转电机基本技术要求

GB/T 7095.6 漆包铜扁绕组线 第 6 部分：200 级聚酯或聚酯亚胺/聚酰胺酰亚胺复合漆包扁铜线（GB/T 7095.6—1995, IEC 60317-29: 1990, IDT）

GB/T 7672.5 玻璃丝包绕组线 第 5 部分：200 级浸漆玻璃丝包铜扁线和玻璃丝包漆包铜扁线（GB/T 7672.5—2008, IEC 60317-33: 1990, IDT）

GB/T 11026.4 电气绝缘材料 耐热性 第 4 部分：老化烘箱 单室烘箱（GB/T 11026.4—2012, IEC 60216-4-1: 2006, IDT）

GB/T 17948.1 旋转电机绝缘结构功能性评定 散绕绕组试验规程 热评定与分级（GB/T 17948.1—2000, IEC 60034-18-21: 1992, IDT）

GB/T 17948.3 旋转电机绝缘结构功能性评定 成型绕组试验规程 50MVA、15kV 及以下电机绝缘结构热评定和分级（GB/T 17948.3—2006, IEC 60034-18-31: 1992, IDT）

GB/T 20626.1 特殊环境条件 高原电工电子产品 第 1 部分：通用技术要求

GB/T 21707—2008 变频调速专用三相异步电动机绝缘规范

GB/T 22566.1 电气绝缘系统 重复脉冲产生的电应力 第 1 部分：电老化评定的通用方法（GB/T 22566.1—2008, IEC 62068-1: 2003, IDT）

GB/T 22720.1 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机 I 型电气绝缘结构的鉴别和型式试验（GB/T 22720.1—2008, IEC 60034-18-41: 2006, IDT）

GB/Z 22720.2 旋转电机 电压型变频器供电的旋转电机耐局部放电电气绝缘结构（II 型）的鉴别和认可试验（GB/Z 22720.2—2013, IEC/TS 60034-18-42: 2008, IDT）

GB/T 23310 240 级芳族聚酰亚胺薄膜绕包铜扁线 (GB/T 23310—2009, IEC 60317-44: 1997, IDT)

JB/T 10508 中小电机用槽楔 技术条件

SJ/T 11384 耐压测试仪通用规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

局部放电 partial discharge; PD

导体间绝缘仅被部分桥接的电气放电。

3.2

I 型绝缘系统 type I insulation system

对于变频器供电的发电机，其绝缘系统在其寿命期间不承受 PD 的绝缘系统。

3.3

II 型绝缘系统 type II insulation system

对于变频器供电的发电机，其绝缘系统在其寿命期间承受 PD 的绝缘系统。

注：通常，额定电压大于或等于 700V 的发电机采用 II 型绝缘系统。

4 技术要求

4.1 组成风力发电机绝缘系统单一材料的要求

4.1.1 电磁线

4.1.1.1 电磁线通用要求

电磁线通用要求应满足表 1 中的要求。

表 1 电磁线通用要求

电 磁 线		技 术 要 求
薄膜绕包扁线		GB/T 23310
云母带绕包扁线		满足产品的相关技术要求
漆包圆线		GB/T 6109.20
漆包扁线	漆包扁线	GB/T 7095.6
	玻璃丝绕包漆包扁线	GB/T 7672.5

4.1.1.2 电磁线耐高频脉冲特性要求

电磁线绝缘层的化学结构及涂敷工艺，应能使电磁线有效抗御高频电脉冲的长期冲击。电磁线在下述规定参数测试条件下其耐高频脉冲电压的寿命应不小于表 2 中的规定。

脉冲频率：(20±2) kHz；

脉冲占空比：50%；

脉冲波形：方波；

脉冲极性：双极；

脉冲上升时间（负载时）：(100±15) ns；

电压 (U_{p-p})：(3000±60) V；

温度：(155±3) °C。

表 2 高频脉冲下的电磁线寿命

电 磁 线			绝缘厚度 d mm	寿命平均值 h	
薄膜绕包扁线	240 级芳族耐电晕聚酰亚胺薄膜绕包烧结铜扁线		$0.20<d<0.25$	20	
			$d\geq 0.25$	50	
云母带绕包扁线	聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	$0.30\sim 0.45$	50	
			$0.50\sim 0.70$	100	
		聚酯薄膜绕包层外包聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线，聚酰亚胺薄膜绕包层外包聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线，聚酰亚胺薄膜烧结绕包层外包聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	$0.30\sim 0.45$	20	
			$0.50\sim 0.70$	50	
		单玻璃丝包聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	≤ 0.55	50	
			0.60	100	
		双玻璃丝包聚酯薄膜补强云母带绕包铜扁线	≤ 0.55	50	
			0.60		
	聚酰亚胺薄膜补强云母带绕包铜扁线	聚酰亚胺薄膜补强云母带绕包铜扁线	$0.30\sim 0.45$	50	
			$0.50\sim 0.70$	100	
		单玻璃丝包聚酰亚胺薄膜补强云母带绕包铜扁线	≤ 0.55	50	
			0.60	100	
		双玻璃丝包聚酰亚胺薄膜补强云母带绕包铜扁线	≤ 0.55	50	
			0.60		
漆包圆线			满足 GB/T 21707—2008 中表 1 的要求		
漆包扁线或玻璃丝绕包漆包扁线			考虑中		
注 1：恒速异步风力发电机不考虑高频脉冲下的电磁线寿命。					
注 2：报告应记录最小值，具体要求由供需双方协商确定。					

4.1.2 浸渍树脂

为保证风力发电机绝缘系统不含空气气隙，浸渍树脂采用耐热等级不低于 155（F）级的无溶剂浸渍树脂；除与电磁线有良好的化学相容性外，其挥发分不应大于 10%，推荐使用挥发分低的浸渍树脂。应按 GB/T 4207 测试浸渍树脂相比电痕化指数（CTI），其值应不小于 375V。

浸渍树脂的其他技术要求按供需双方协议。

4.1.3 对地绝缘

对地绝缘材料的耐热等级不低于 155（F）级，可采用聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酯薄膜无机绝缘纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等，其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的要求。

也可采用云母带绝缘，其常规性能应满足云母带相关的技术要求。

4.1.4 相间绝缘

相间绝缘材料的耐热等级不低于 155（F）级，可采用聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酯薄膜无机绝缘纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等，其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的要求。

4.1.5 层间绝缘

层间绝缘材料的耐热等级不低于 155 (F) 级, 可采用聚酯薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酰亚胺薄膜聚芳酰胺纤维纸柔软复合材料、聚酯薄膜无机绝缘纸柔软复合材料或聚芳酰胺纤维纸等, 其常规性能应满足 GB/T 5591.3 的要求。

4.1.6 槽楔

槽楔采用耐热等级不低于 155 (F) 级的层压板、聚酯玻璃纤维引拔槽楔、环氧玻璃纤维引拔槽楔或磁性槽楔, 其常规性能应满足 JB/T 10508 中的要求。

4.1.7 引接线

引接线的连续运行导体最高温度至少为 125℃。引接线与绕组线连接处可采用相应的热固性胶黏带加以保护, 其常规性能应满足相关产品技术要求。

4.1.8 套管

采用套管的耐热等级不低于 155 (F) 级, 其常规性能应满足相关产品技术要求。

4.2 风力发电机绝缘系统的技术要求

4.2.1 风力发电机绝缘系统的通用技术要求

4.2.1.1 耐热性

绝缘系统的耐热等级应不低于 155 (F) 级。

4.2.1.2 耐潮性能

风力发电机绝缘系统应具有耐潮性能, 按照 GB/T 2423.4 的要求, 经 55℃、6 周期交变湿热试验后应满足下列要求:

(1) 风力发电机对地绝缘电阻和绕组间绝缘电阻不低于:

$$R = 3 \times \frac{U_N}{1000 + P_N / 100} \quad (1)$$

式中:

R ——绝缘电阻, MΩ;

U_N ——风力发电机额定电压, V;

P_N ——风力发电机功率, kW。

按式 (1) 计算的绝缘电阻如低于 0.38MΩ, 则按 0.38MΩ 考核。

(2) 风力发电机对地绝缘和绕组间绝缘应能经受历时 1min、85% 常态标准工频耐电压值 (常态标准工频耐电压值按 GB 755—2008 中表 16 规定) 试验而不击穿。

4.2.2 风力发电机绝缘系统的特殊技术要求

4.2.2.1 风力发电机 I 型绝缘系统的特殊技术要求

风力发电机 I 型绝缘系统应满足 GB/T 22720.1 的要求。

4.2.2.2 风力发电机 II 型绝缘系统的特殊技术要求

- a) 风力发电机 II 型绝缘系统应包含防晕结构。
- b) 风力发电机 II 型绝缘系统应满足 GB/Z 22720.2 的要求。

4.3 试验方法与试验设备

4.3.1 电磁线的耐高频脉冲性能评定

主要试验设备的技术参数应在 4.1.1.2 规定的参数范围之内, 脉冲电压特性见附录 A。

漆包圆线线径为 1.0mm, 2 级漆膜厚度, 试样采用绞线对形式 (按 GB/T 4074.7—2009 中 5.1.1 的规定); 漆包铜扁线、薄膜绕包铜扁线以及云母带绕包铜扁线试样采用背靠背形式 (按 GB/T 4074.7—2009 中 5.1.2 的规定), 其有效测试长度应为 150mm。取 5 个试样试验结果的平均值及最小值为评定结果。

4.3.2 浸渍树脂挥发分的测定

浸渍树脂挥发分的测定方法见附录 B, 其挥发分含量应符合 4.1.2 中的规定。

4.3.3 风力发电机绝缘系统耐热性评定

对风力发电机绝缘系统耐热性评定应按 GB/T 17948.1 或 GB/T 17948.3 的规定进行，其主要试验设备应满足 GB/T 11026.4 及 SJ/T 11384 的要求。

4.3.4 风力发电机绝缘系统耐潮性评定

风力发电机绝缘系统耐潮性能评定应按 GB/T 2423.4 和 GB/T 7060 的规定进行，试验电压见表 3。试验样品采用模型线圈/完整绕组/发电机，但无论哪种样品都应包含绝缘系统的关键部件。试验结果应符合 4.2.1.2 的规定，试验设备应满足 GB/T 2423.4 中规定的相关要求。

表 3 绝缘电阻直流测量电压

发电机额定电压 U_N V	$U_N < 500$	$500 \leq U_N < 3300$	$3300 \leq U_N \leq 6600$
绝缘电阻直流测量电压 V	500	1000	2500

4.3.5 风力发电机 I 型绝缘系统的鉴别试验

按 GB/T 22720.1 的规定进行。

4.3.6 风力发电机 II 型绝缘系统的鉴别试验

按 IEC/TS 60034-18-42 的规定进行。

4.4 检验规则

4.4.1 对单一绝缘材料的检验规则

对电磁线的检验，在首批进货确认和每年抽检时进行。对其他绝缘材料，按常规进货检验方法进行。

4.4.2 对绝缘系统的检验

对风力发电机绝缘系统的检验在其产品鉴定和绝缘系统变动时进行。

4.5 高原风力发电机工频耐电压修正系数

高原风力发电机工频耐电压修正系数参见附录 C。

附 录 A
(资料性附录)
试 验 脉 冲 电 压 特 性

根据 GB/T 22566.1, 表 A.1 给出了电磁线的耐高频脉冲性能评定使用的试验脉冲电压特性。

表 A.1 试验脉冲电压特性

特 性 参 数	范 围
上升时间	(0.04~1) μ s
重复率	(1~20) kHz
脉宽	(0.08~25) μ s
波形	方波或三角波
极性	双极性(优选)或单极性

附 录 B
(资料性附录)
测试浸渍树脂的挥发分

B.1 仪器和材料

- a) 一个厚度为 0.1mm, 底面约为 95mm×95mm 的平整铝箔;
- b) 自动控温实验室烘箱;
- c) 天平的感量为 1mg。

B.2 试验步骤

- a) 用正方形铝箔弯折成三个底面 45mm×45mm、高 25mm 的同样铝皿, 铝箔在使用前用二甲苯和无水乙醇的混合物擦净;
- b) 铝皿预先在 (135±1)℃ 烘箱中加热 30min, 在干燥器中冷却后称量;
- c) 在皿中加入 (10±0.5) g 被试树脂, 使其均匀分布在皿底, 在空气中放置 30min 后, 将铝皿水平放置于烘箱中, 加热温度和时间由产品标准规定;
- d) 试样取出, 放入干燥器内冷却到室温, 再称量, 挥发分 X 按式 (B.1) 计算:

$$X = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m} \times 100\% \quad (\text{B.1})$$

式中:

m ——铝皿质量, g;

m_1 ——加热前试样与皿的质量, g;

m_2 ——加热后试样与皿的质量, g。

以三个试样测定值的中间值作为结果, 取两位有效数字。

附 录 C
(资料性附录)

高原风力发电机工频耐电压修正系数

根据 GB/T 20626.1, 高原风力发电机工频耐电压修正系数见表 C.1。

表 C.1 高原风力发电机工频耐电压修正系数

使用地点海拔 m			1000	2000	3000	4000	5000
海拔修正 系数 K_a	试验地点 海拔 m	0	1.11	1.25	1.43	1.67	2.00
		1000	1.00	1.11	1.25	1.43	1.67
		2000	0.91	1.00	1.11	1.25	1.43
		3000	0.83	0.91	1.00	1.11	1.25
		4000	0.77	0.83	0.91	1.00	1.11
		5000	0.71	0.77	0.83	0.91	1.00
注 1: 在以考核内绝缘质量为主的例行试验中, 按有关产品标准的规定, 试验电压取海拔 1000m 或 2000m 时, 产品的耐电压值不作修正。							
注 2: 试验电压值为常态标准工频耐压值与海拔修正系数 K_a 的乘积。							
注 3: 使用海拔介于表内两值之间时, 可用插入法进行折算。							

例如, 某额定电压为 690V 的发电机, 使用地点为海拔 3000m, 试验地点为 2000m, 常态标准工频耐压值为 2380V, 则试验电压值应为 $2380V \times 1.11 = 2641.8V$ 。

中 华 人 民 共 和 国
能 源 行 业 标 准
风 力 发 电 机 绝 缘 规 范
NB/T 31049—2014

*

中国电力出版社出版、发行
(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)
北京九天众诚印刷有限公司印刷

*

2014年11月第一版 2014年11月北京第一次印刷
880毫米×1230毫米 16开本 0.75印张 20千字
印数 0001—3000册

*

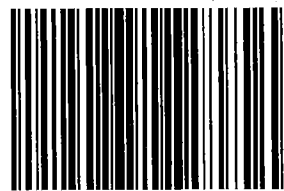
统一书号 155123·2137 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换
版 权 专 有 翻 印 必 究



关注我,关注更多好书



155123.2137

上架建议：规程规范/动力工程