ICS 27.180
CCS F 11

T/CS

团 体 标 准

T/CS 293—2026

新型高效垂直轴微风发电机

New high-efficiency vertical axis wind turbine

2026－02－05 发布 2026－02－05 实施

中国商品学会 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 6
6　检验规则 8
7　标志、包装、运输和贮存 10
参考文献 11

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。

本文件由广州佰宏新能源科技股份有限公司提出。

本文件由中国商品学会归口。

本文件起草单位：广州佰宏新能源科技股份有限公司、北京长风聚能低碳科技有限公司、中国科学院广州能源研究所、重庆佰宏节能环保科技有限公司、萤光智慧农业发展（广东）有限公司、河北佰宏低碳科技有限公司、山东杜乐希能源科技有限公司、猎迅（菏泽）能源科技有限公司、天津信树碳汇科技有限公司、广州佰祥机电设备有限公司、欧寰全重实验室技术（北京）有限公司。

本文件主要起草人：庞森祥、高嘉宾、檀润华、张建军、杜光远、翟俊汉、吴自成、武炫、李丹、汤惠红、王铁军、周圆锋、赖建宏、路克民、张建、崔红波、毛宝琪、龚志国、李伟伟、刘新龙、庞琨鸿、庞显盈、陈晓、赵西锋、宋紫衫、李霞、何文挺、陈燕平、陈志军。

新型高效垂直轴微风发电机

1 范围

本文件规定了新型高效垂直轴微风发电机的技术要求、检验规则、标志、包装、运输和贮存，描述了试验方法。

本文件适用于采用高效磁阻电机进行直流发电的新型高效垂直轴微风发电机（以下简称发电机）。

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 755 旋转电机 定额与性能

GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验A：低温

GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验B：高温

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 2423.55 环境试验 第 2 部分：试验方法 试验Eh：锤击试验

GB/T 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP代码）

GB/T 4797.5 环境条件分类 自然环境条件 降水和风

GB/T 5080.7 设备可靠性试验 恒定失效率假设下的失效率与平均无故障时间的验证试验方案

GB/T 9969 工业产品使用说明书 总则

GB/T 13306 标牌

GB/T 17626.2—2018 电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验

GB/T 17626.3—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第 3 部分：射频电磁场辐射抗扰度试验

GB/T 17626.4—2018 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验

GB/T 17626.5—2019 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验

GB/T 17626.8 电磁兼容 限值 每相输入电流大于16A小于等于75A连接到公用低压系统的设备产生的谐波电流限值

GB/T 17626.11—2023 电磁兼容 试验和测量技术 第 11 部分：对每相输入电流小于或等于16 A设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验

GB/T 17646—2017 小型风力发电机组

GB/T 18451.2 风能发电系统 风力发电机组功率特性测试

GB 23313 工业机械电气设备 电磁兼容 发射限值

3 术语和定义

GB/T 2900.53、GB/T 17646—2017 界定的术语和定义适用于本文件。

4 技术要求

4.1 环境条件

4.1.1 正常使用条件

4.1.1.1 发电机应在下列环境条件下正常运行：

a) 海拔：≤2 000 m；
b) 环境温度：-20 ℃～50 ℃；
c) 相对湿度：5%～95%；
d) 大气压强：80 kPa～110 kPa；
e) 当运行地点的海拔和环境空气与 a）～d）规定不符时，按 GB/T 755 的规定。

4.1.1.2 发电机应在下列电源条件下正常运行：

a) 交流输入电压：380 V±15%；
b) 交流电源频率：50 Hz±1 Hz。

4.1.2 特殊使用条件

如果发电机在异于 4.1.1 规定的条件下使用，用户应在订货时提出，并与制造商或供货商协商一致。

4.2 外观和结构

4.2.1 发电机表面不应有裂纹、变形，防腐涂层应均匀且附着力强，无脱落、刮擦现象。

4.2.2 垂直轴叶片形状应对称，表面应光滑，不应有明显划痕、磨损和腐蚀痕迹。叶片与主轴连接应牢固，通过扭矩测试，连接部位不应有松动迹象。在静态平衡测试中，叶片旋转应平衡。叶片性能应良好，偏差应在设计要求允许范围内。

4.2.3 主轴表面应光滑，不应有弯曲、磨损等缺陷。支撑结构应稳定，各连接螺栓应紧固，经过力矩检查，均达到规定扭矩值。底座安装应平稳，与地面固定应牢固，抗倾覆性能应满足设计要求。

4.2.4 导流装置（如有）安装位置准应确，结构应完整，不应有变形、损坏，应能有效引导气流进入叶片工作区域。

4.2.5 发电机内印刷线路板、接插件等电路应进行防潮湿、防霉变、防盐雾处理。

4.2.6 发电机钢质外壳和暴露在外的钢质支架、零件应采取双层防锈措施，非铁质的金属外壳也应具有防氧化保护膜或进行防氧化处理。

4.3 启动风速和风向适应

发电机启动风速应不大于 2.5 m/s，且在任意风向均能正常启动。

4.4 功率特性

发电机应具备一定的功率特性，并能通过功率特性试验。

4.5 效率

发电机在额定工况下，效率应不小于 25%。

4.6 抗风性能

发电机应能承受 GB/T 4797.5 中规定的不同地区最大风速的侵袭。经抗风测试后，结构应无损坏，各部件应正常运行，性能参数应无明显变化。

4.7 噪声

发电机在额定工况下运行时，噪声应不大于 65 dB（A）。

4.8 温升

正常工作时，发电机内部各发热元器件及各部位的温升应不超过表 1 的规定。

表 1 发电机各部件极限温升

部件或器件	极限温升 K
功率开关器件	70
整流变压器、电抗器（B 级绝缘绕组）	80
与半导体器件的连接处	55
与半导体器件的连接处的塑料绝缘线	25
铜与铜 铜搪锡——铜搪锡	50 60

4.9 环境适应性

4.9.1 低温工作

发电机在（-20±2）℃ 的温度下持续进行 2 h 低温试验，应能正常工作，性能（启动风速和风向适应、功率特性、效率、抗风性能）应无明显变化。

4.9.2 高温工作

发电机在（50±2）℃ 的温度下持续进行 2 h 高温试验，应能正常工作，性能（启动风速和风向适应、功率特性、效率、抗风性能）应无明显变化。

4.9.3 交变湿热

发电机在（40±2）℃ 的温度下进行试验，循环次数为 2 次。试验结束后，恢复至正常大气条件，通电后检查发电机各项性能（启动风速和风向适应、功率特性、效率、抗风性能）应正常。

4.9.4 撞击

在距离发电机 0.4 m 处用 5 kg 的重物撞击发电机（冲击能量为 20 J）。试验结束后，发电机的 IP 等级应不受影响，绝缘性能应不降低，门的操作和锁止点不应出现损坏。

4.9.5 振动

在 GB/T 17646—2017 中 13.4.3 规定的运行条件下，发电机各部位振动速度有效值应小于 4 m/s^2，运行应平稳。

4.10 防护等级

发电机的外壳防护等级应不低于 GB/T 4208—2017 中 IP65 的规定。

4.11 电气安全

4.11.1 电气间隙和爬电距离

发电机的电气间隙和爬电距离应符合表 2 的规定。

表 2　电气间隙和爬电距离

额定绝缘电压 U_i V	电气间隙 mm	爬电距离 mm
$U_i \leqslant 60$	3.0	3.0
$60 < U_i \leqslant 300$	5.0	6.0
$300 < U_i \leqslant 700$	8.0	10.0
注1：当主电路与控制电路或辅助电路的额定绝缘电压不一致时，其电气间隙和爬电距离可分别按其额定值选取。 注2：具有不同额定值主电路或控制电路导电部分之间的电气间隙与爬电距离，应按最高额定绝缘电压选取。 注3：小母线、汇流排或不同级的裸露的带电导体之间，以及裸露的带电导体与未经绝缘的不带电导体之间的电气间隙不小于 12 mm，爬电距离不小于 20 mm。		

4.11.2　绝缘电阻

发电机非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间绝缘电阻应不小于 10 MΩ。

4.11.3　工频耐压

发电机非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间，按其工作电压应能承受表 3 所规定历时 1 min 的工频耐压试验（也可采用直流电压，试验电压为交流电压有效值的 1.4 倍），试验过程中应无绝缘击穿和闪络现象。

表 3　耐压试验等级

额定绝缘电压 U_i V	绝缘电阻测试仪器电压等级 V	工频耐压试验电压 kV	冲击耐压试验电压 kV
$U_i \leqslant 60$	250	1.0（1.4）	±1
$60 < U_i \leqslant 300$	500	2.0（2.8）	±2.5
$300 < U_i \leqslant 700$	1 000	2.4（3.36）	±6
$700 < U_i \leqslant 950$	1 000	$2 \times U_i$+1.0（$2.8 \times U_i$）	±6
注：括号内数据为直流介质强度试验值。			

4.11.4　冲击耐压

发电机各带电回路、各带电电路对地（金属外壳）之间，按其工作电压应能承受表 3 所规定标准雷电波的短时冲击电压试验，试验过程中应无击穿放电。

4.11.5　接地

4.11.5.1　发电机金属壳体应设置接地螺栓，其直径应不小于 6 mm，并应有接地标志。

4.11.5.2　所有作为隔离带电导体的金属隔板、电气元件的金属外壳以及金属手柄等均应有效接地，连续性电阻应不大于 0.1 Ω。

4.11.5.3　应采用保护导体将发电机组主体框架与发电机控制箱的门、盖板、覆板和类似部件进行连接，保护导体的截面积应不小于 2.5 mm^2。

4.11.5.4　接地母线和箱体之间的所有连接应避开（或穿透绝缘层）喷漆层，以保证有效的电气连接。

4.11.6　雷电防护

应符合 GB/T 17646—2017 中 9.5 的规定。

4.12 电磁兼容性

4.12.1 静电放电抗扰度

发电机应能承受 GB/T 17626.2—2018 中规定的 3 级静电放电抗扰度试验。

4.12.2 射频电磁场辐射抗扰度

发电机应能承受 GB/T 17626.3—2023 中规定的 3 级射频电磁场辐射抗扰度试验。

4.12.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

发电机应能承受 GB/T 17626.4—2018 中规定的 3 级电快速瞬变脉冲群抗扰度试验。

4.12.4 浪涌（冲击）抗扰度

发电机应能承受 GB/T 17626.5—2019 中规定的 3 级浪涌（冲击）抗扰度试验。

4.12.5 电压暂降、短时中断抗扰度

发电机应能承受 GB/T 17626.11—2023 中规定的电压试验等级在 0%、40%、70% 的额定工作电压的电压暂降、短时中断抗扰度试验。

4.12.6 传导和辐射发射限值

发电机的电源端口应符合表 4 规定的传导发射限值，外壳端口应符合表 5 规定的辐射发射限值。

表 4 传导发射限值

频率范围 MHz	发射限值 *dB* μV	
	准峰值	平均值
0.15～0.5（不含）	79	66
0.5～30	73	60

表 5 辐射发射限值

频率范围 MHz	在 10 m 测量距离处辐射发射限值 *dB* μV/m
30～230	40
230（不含）～1 000	47

4.12.7 谐波电流限值

当输出功率为额定功率的 50%～100% 时，发电机总谐波电流含有率应不大于 8%。

4.13 耐久性

发电机应按 GB/T 17646—2017 的规定进行至少 6 个月的并满足不同风速段运行时间要求的耐久性试验。

4.14 可靠性

发电机平均无故障工作时间（MTBF）应不小于 26 280 h。

4.15 安全防护

4.15.1 发电机的安全防护应符合 GB/T 17646—2017 的要求，应保证发电机运行时不超过最大工作转速，且在停机风速下能自动或人工停机。

4.15.2 发电机的防护系统或装置应符合 GB/T 17646—2017 中 8.2 的规定。

4.15.3 发电机电气系统的保护装置在负载端发生短路时，应及时动作以保证电气设备无任何损坏。

4.15.4 发电机丧失负载时应能紧急停机。

5 试验方法

5.1 外观和结构

目测结合实际操作检验。

5.2 启动风速和风向适应

在不同风向和不同风速条件下进行多次启动测试，观察不同风向下发电机启动是否正常，并计算启动风速的平均值。

注：不同风向是指 0°～360°范围每隔 45°为一个方向。

5.3 功率特性

按 GB/T 18451.2 的相关规定进行。

5.4 效率

根据测量的输入风能和输出电能计算发电机效率。

5.5 抗风性能

模拟最大设计风速 25 m/s 的强风环境，观察结构有无损坏，各部件是否正常运行。抗风测试后检测性能参数有无明显变化。

5.6 噪声

在距离发电机 18 m 处，分别在不同风速下使用噪声计测量发电机运行噪声。

5.7 温升

在发电机内部各发热元器件及各部位预埋热电偶，实时监测温度变化。

5.8 环境适应性

5.8.1 低温工作

按 GB/T 2423.1 的规定进行。

5.8.2 高温工作

按 GB/T 2423.2 的规定进行。

5.8.3 交变湿热

按 GB/T 2423.4 的规定进行。

5.8.4 撞击

按 GB/T 2423.55 的规定进行。

5.8.5 振动

使用振动分析仪测量发电机在不同风速和运行状态下的振动情况。

5.9 防护等级

按 GB/T 4208—2017 的规定进行。

5.10 电气安全

5.10.1 电气间隙和爬电距离

采用量规或游标卡尺测量规定部位的最小间隙和爬电距离。

5.10.2 绝缘电阻

使用绝缘电阻测试仪分别测量发电机非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间的绝缘电阻。

5.10.3 工频耐压

在发电机非电气连接的各带电回路之间、各独立带电回路与地（金属外壳）之间施加表 3 所规定的工频耐压试验电压，试验过程中观察试验部位是否出现绝缘击穿和闪络现象。

5.10.4 冲击耐压

在发电机各带电回路、各带电电路对地（金属外壳）之间，施加表 3 所规定标准雷电波的短时冲击电压，试验过程中观察试验部位是否出现击穿放电。

5.10.5 接地

5.10.5.1 目测接地标志、接地母线和箱体之间的连接情况。

5.10.5.2 使用接地电阻测试仪测量接地电阻。

5.10.5.3 使用符合精度要求的量具测量接地螺栓直径、保护导体截面积。

5.10.6 雷电防护

按 GB/T 17646—2017 的相关规定进行。

5.11 电磁兼容性

5.11.1 静电放电抗扰度

按 GB/T 17626.2—2018 的规定进行。

5.11.2 射频电磁场辐射抗扰度

按 GB/T 17626.3—2023 的规定进行。

5.11.3 电快速瞬变脉冲群抗扰度

按 GB/T 17626.4—2018 的规定进行。

5.11.4 浪涌（冲击）抗扰度

按 GB/T 17626.5—2019 的规定进行。

5.11.5 电压暂降、短时中断抗扰度

按 GB/T 17626.11—2023 的规定进行。

5.11.6 传导和辐射发射限值

按 GB 23313 的规定进行。

5.11.7 谐波电流限值

按 GB/T 17626.8 的规定进行。

5.12 耐久性

按 GB/T 17646—2017 的规定进行。

5.13 可靠性

按 GB/T 5080.7 的规定进行。

5.14 安全防护

按 GB/T 17646—2017 的相关规定进行。

6 检验规则

6.1 检验分类

分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 发电机出厂前，应经制造商质量检验部门检验合格后方可出厂。

6.2.2 出厂检验项目应符合表 6 的规定。

表 6　检验项目

检验项目		出厂检验	型式检验
外观和结构		√	√
启动风速和风向适应		—	√
功率特性		—	√
效率		—	√
抗风性能		—	√
噪声		—	√
温升		—	√
环境适应性	低温工作	—	√
	高温工作	—	√
	交变湿热	—	√
	撞击	—	√
	振动	—	√
防护等级		—	√
电气安全	电气间隙和爬电距离	—	√
	绝缘电阻	√	√
	工频耐压	√	√
	冲击耐压	—	√
	接地	—	√
	雷电防护	—	√
电磁兼容性	静电放电抗扰度	—	√
	射频电磁场辐射抗扰度	—	√
	电快速瞬变脉冲群抗扰度	—	√
	浪涌（冲击）抗扰度	—	√
	电压暂降	—	√
	短时中断抗扰度	—	√
	传导和辐射发射限值	—	√
	谐波电流限值	—	√
耐久性		—	√
可靠性		—	√
安全防护		—	√
注：“√”为必检项，“—”为非检项。			

6.2.3　发电机应逐台进行出厂检验，在出厂检验中，若出现不合格项目，允许返修复试。复试合格后方可出厂。

6.3　型式检验

6.3.1　有下列情况之一应进行型式检验：

a)　制造商第一次试制或小批生产时；

b)　设计、材料或工艺上的变更足以引起某些特性和参数变化时；

c)　出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时；

d)　成批生产的发电机定期抽检，抽检时间至少 3 年一次。

6.3.2　型式检验的样品从出厂检验合格的产品中随机抽取 2 件作为样品，1 件进行型式检验，1 件备样。

6.3.3　型式检验项目应符合表 6 的规定。

6.3.4　发电机在型式检验中，如有一项不合格或出现故障，应通过加倍抽样对不合格项目进行检验，若加倍抽样全部合格，则判定型式检验合格，若检验仍出现不合格项目，则判定该发电机型式检验不合格。

7　标志、包装、运输和贮存

7.1　标志

7.1.1　发电机应在其明显的位置上设置铭牌，铭牌应符合 GB/T 13306 的规定，铭牌的内容应包括：

a)　制造商名称和地址；
b)　发电机名称；
c)　发电机型号；
d)　外壳防护等级；
e)　额定功率；
f)　出厂编号；
g)　质量（kg）；
h)　执行标准编号。

7.1.2　标志应清晰、牢固，不应因运输条件和自然条件而褪色、变色、脱落。

7.2　包装

7.2.1　包装应能保证在正常的储运条件下不会因包装不善而导致发电机受潮与损坏。

7.2.2　发货用的包装箱外壁的文字标示应清楚整齐，内容包括发货地点及制造商名称、收货地点及收货单位名称、发电机型号及产品编号，包装箱内应有零部件清单、箱外应有“小心轻放“防湿”等字样。

7.2.3　包装箱内应有下列文件：

a)　使用说明书（符合 GB/T 9969 的规定）；
b)　产品合格证；
c)　装箱单；
d)　随机备件、附件及其清单；
e)　其他相关技术文件。

7.3　运输

7.3.1　运输过程中各部件不能有撞击、位移和晃动。

7.3.2　吊装过程应平稳，各部件不能有摔打、撞击倒置现象。

7.3.3　运输过程中要防潮、防雨，不应淋湿。

7.4　贮存

包装好的发电机应贮存在阴凉、通风、干燥、无腐蚀性气体的环境中，远离火源，避免重压及污染。

参 考 文 献

[1] GB/T 19068.1 小型风力发电机组 第 1 部分：技术条件
[2] GB/T 19068.2 小型风力发电机组 第 2 部分：试验方法
[3] GB/T 36996 风力发电机组用永磁盘式无铁芯发电机