

中华人民共和国国家标准

GB/T 19068.2—2017
代替 GB/T 19068.2—2003

小型风力发电机组 第 2 部分：试验方法

Small wind turbines—Part 2: Test method

杭州高电
专业高试铸典范

Professional high voltage test

高压测量仪器智造 | 电力试验工程服务

2017-11-01 发布

2018-05-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

| | |
|---------------------------------|-----|
| 前言 | III |
| 1 范围 | 1 |
| 2 规范性引用文件 | 1 |
| 3 术语和定义 | 1 |
| 4 符号和缩略词 | 1 |
| 5 试验条件 | 1 |
| 6 试验方法 | 4 |
| 7 试验报告格式和内容 | 9 |
| 附录 A (规范性附录) 风轮转动惯量的测量和计算 | 11 |
| 附录 B (资料性附录) 试验仪器及精度 | 12 |
| 附录 C (规范性附录) 试验报告格式和内容 | 15 |

前 言

GB/T 19068《小型风力发电机组》分为以下 3 个部分：

- 第 1 部分：技术条件；
- 第 2 部分：试验方法；
- 第 3 部分：风洞试验方法。

本部分为 GB/T 19068 的第 2 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分代替 GB/T 19068.2—2003《离网型风力发电机组 第 2 部分：试验方法》。

本部分与 GB/T 19068.2—2003 相比，除编辑性修改外主要技术变化如下：

- 扩大了本部分的适用范围(见第 1 章,2003 年版第 1 章)；
- 增加了试验场地内测风塔的位置的要求(见 5.1.3)；
- 增加了场地标定和测量扇区的要求(见 5.1.6)；
- 增加了试验样机的确认、检查和试运行、试验样机的电气连接和样机测试设备的安装与布置的内容(见 5.3、5.4 和 5.5)；
- 增加了叶片静平衡与叶尖轴向跳动量试验的内容(见 6.1)；
- 修改了机组功率特性试验的内容(见 6.3,2003 年版 4.2 和 4.3)；
- 增加了按照 GB/T 22516 测定机组噪声水平的选择(见 6.5.2)；
- 增加了耐久性试验的内容(见 6.6)；
- 增加了机组振动试验与评估的内容(见 6.7)；
- 增加了电气子系统的测试和涂镀层试验的内容(见 6.8 和 6.9)；
- 删除了电磁干扰测定的内容(见 2003 年版 4.5.2)；
- 删除了所有有关垂直轴风力发电机组试验的规定(见 2003 年版第 1 章、3.3.2、表 1 和 A.2)；
- 增加了试验报告中有关功率特性试验与耐久性试验的内容(见第 7 章)；
- 将试验报告格式和内容的附录修改为规范性附录(见附录 C,2003 年版附录 B)。

本部分由中国机械工业联合会提出。

本部分由全国风力机械标准化技术委员会(SAC/TC 50)归口。

本部分起草单位：中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院、合肥为民电源有限公司、宁波锦浪新能源科技股份有限公司。

本部分主要起草人：董文斌、郭博、张为民、李卿韶、张天赐。

本部分于 2003 年 4 月首次发布，本次为第一次修订。

小型风力发电机组

第 2 部分: 试验方法

1 范围

GB/T 19068 的本部分规定了小型风力发电机组(以下简称“机组”)的试验条件和试验方法。

本部分适用于风轮扫掠面积小于 200 m²、产生的电压低于交流 1 000 V 或直流 1 500 V 的并网或离网应用的小型水平轴风力发电机组的试验。

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(包括所有的修订版)适用于本文件。

GB/T 9239.1 机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第 1 部分:规范与平衡允差的检验

GB/T 10760.2 小型风力发电机组用发电机 第 2 部分:试验方法

GB/T 17646—2017 小型风力发电机组

GB/T 18451.2—2012 风力发电机组 功率特性测试

GB/T 22516 风力发电机组 噪声测量方法

JB/T 7879 风力机械 产品型号编制规则

JB/T 10399 离网型风力发电机组 风轮叶片

3 术语和定义

GB/T 17646—2017 和 GB/T 18451.2—2012 界定的术语和定义适用于本文件。

4 符号和缩略词

GB/T 17646—2017 和 GB/T 18451.2—2012 界定的符号和缩略词适用于本文件。

5 试验条件

5.1 试验场地

5.1.1 概述

测试场地可能会对待测机组测量功率特性产生重大影响,特别是气流畸变可能引起测风塔上风速与机组的风速不同,尽管其彼此是相关的。

测试前,需要对测试场地可能引起气流畸变的因素进行评估,以便:

- 选择测风塔安装位置;
- 确定合适的测量扇区;
- 评估适当的气流畸变修正系数;

- 评估气流畸变引起的不确定度。

应特别考虑以下因素：

- 地形变化；
- 其他风力发电机组；
- 障碍物(建筑物、树木等)。

测试场地的情况应在实验报告中详细描述。

5.1.2 风况

试验场年平均风速应大于 5 m/s,最高风速应不小于 20 m/s,主风向要有一定的持续性。

5.1.3 测风塔的位置

测风塔应定位在距离机组 $2D\sim 4D$ (D 为风轮直径),推荐使用 $2.5D$ 的距离。测风塔应安装在所选的测量扇区。

5.1.4 场地内其他风力发电机组和障碍物评估

试验场地内待测机组易受邻近运行的风力发电机组和障碍物的影响。

如果待测机组邻近运行的风力发电机组,其影响应按照 GB/T 18451.2—2012 中 A.1 的要求确定其影响并在测量扇区中排除。如果邻近的风力发电机组在测试期间一直停止运行,应视为障碍物。

试验场地内障碍物的影响应按照 GB/T 18451.2—2012 中 A.2 的要求确定其影响。

5.1.5 试验场地地形评估

试验场地应地势平坦、开阔。整个测试区域的最大坡度及地形变化应符合 GB/T 18451.2—2012 中表 B.1 的要求。满足前述表 B.1 要求的地形,不需要进行场地标定。

5.1.6 场地标定和测量扇区

对不能满足 GB/T 18451.2—2012 中表 B.1 要求的场地,应按照 GB/T 18451.2—2012 附录 C 的要求进行场地标定,以便量化并降低地形和障碍物对测试的影响。

场地标定后,应确定可用于试验的测量扇区。尽管有的测量扇区的气流校正系数难以确定、或存在突变、或障碍物对测量的校正系数没有可识别的影响,确定尽可能准确的测量扇区可以提高试验的可信度。

5.2 试验仪器

试验中所使用的仪器、仪表,均应在计量部门检验合格的有效期内,允许有一个二次校验源(仪器制造厂或标准实验室)进行校验。

5.3 试验样机的确认、检查和试运行

5.3.1 试验样机应随机附有有关技术说明书、图样、使用说明书及产品合格证。

5.3.2 试验样机安装于试验场地的确定位置后,应确认试验样机与委托方提交的技术资料描述的技术条件一致,应检查试验样机整体和各部件的完整性,各部件应无缺失、污损或损坏。

5.3.3 试验样机应按照其运行手册中的规定进行试运行,应能正常运行。凡不能正常运行的试验样机而委托方又要求进行配置的改变或调整,视为对委托任务的根本改变。

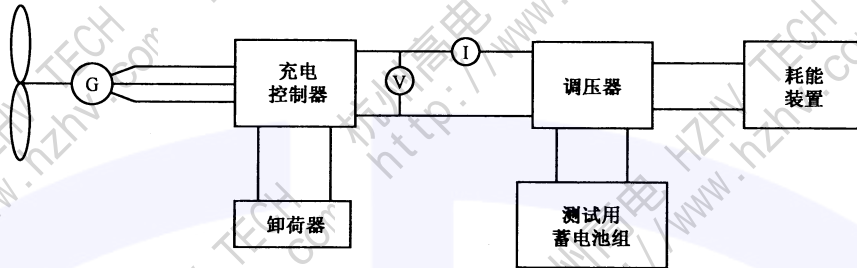
注:此处所称的正常运行,包括下列项目:

- 1) 机组发电中;
- 2) 在低风速切入和高风速切出时因风速变换而产生的自动启动与停机;

- 3) 在风速低于切入风速或高于切出风速时的空转或停机状态；
- 4) 机组正常关机(非故障造成)到重新启动之间的运行状态(例如制动器冷却周期与叶尖制动收回等)。

5.4 试验样机的电气连接

5.4.1 开始试验前,机组应连接至机组设计时考虑的典型电负荷上,应描述并记录试验机组的电气连接情况,用以唯一确定待测机组的配置。应按照图 1 和图 2 的示意图进行试验样机的电气连接。

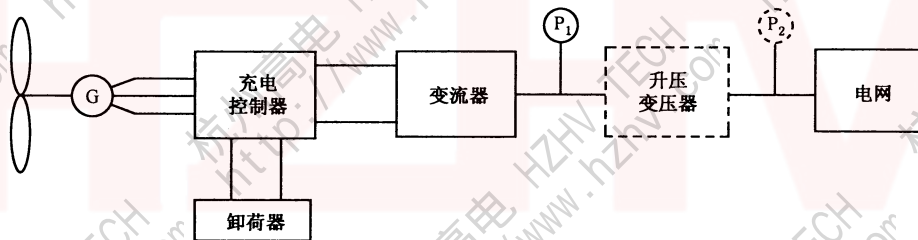


元器件:

V —— 直流电压表;

I —— 直流电流表。

图 1 蓄电池充电机组的试验电气连接示意图



元器件:

P1 —— 交流功率测试仪(当升压变压器视作负荷的一部分);

P2 —— 交流功率测试仪(当升压变压器视作机组的一部分)。

图 2 并网机组的试验电气连接示意图

5.4.2 用于为蓄电池充电的小型风力发电机组应在一种代表正常运行的方式下试验,且应降低或消除试验过程中特定的蓄电池配置和状态的影响。当描述蓄电池充电性能的特性时,机组包括风力机、塔架、机组控制器及机组和负载间的接线。机组还包括充电控制器,它是一个电压保护装置,当蓄电池充满时减少机组输入蓄电池的功率。还可能包括一个卸荷器用来消耗蓄电池充满情况下机组发出的能量。机组不包括蓄电池组,它被看作负载的一部分。

5.4.3 当描述小型风力发电机组对电网输出的特性时,机组包括风力机、塔架、机组控制器及机组和负载间的接线,充电控制器和上述卸荷器(如果使用的话)。机组还可能包括一个电压型变流器。如果在电压型变流器和电网之间装有一台变压器,则这个变压器可被视为机组或负荷的一部分。

5.4.4 在为蓄电池充电的情况下,负载包括蓄电池组、一个稳压器和一个消耗流过稳压器功率的装置。在理想的试验系统中,蓄电池组不存储小型风力发电机组发出的电能量,机组所有的输出都通过稳压器。这样,只要机组和负荷之间的电压保持在规范范围内,蓄电池组的容量一般小于典型推荐值。

5.4.5 为使小型风力发电机组和负荷之间接线引起的的影响最小,与负荷的连接最近不能靠近塔底,最远不能超过塔架高度的三倍。机组与负荷之间的接线应与制造商的要求一致。如果制造商的技术说明

书中给出的接线长度是一个范围,应尽可能接近平均值。如果没有要求,应使机组与负荷之间接线上的电压降落等效为机组额定功率下标称电压的10%。

5.4.6 稳压器应能够使小型风力发电机组与负载连接处的电压维持在表1中给出的覆盖机组全部发电范围内的设定值的10%以内。1 min 负载电压平均值应是表1中的且已经包含在可用数据组内的设定值的5%范围内的数据。

表1 铅酸蓄电池组的电压设定值

单位为伏特

| 标称电压 | 需要的设定值 | 可选择的低设定值 | 可选择的高设定值 |
|------|------------------|------------------|------------------|
| 12 | 12.6 | 11.4 | 14.4 |
| 24 | 25.2 | 22.8 | 28.8 |
| 36 | 37.8 | 34.2 | 43.2 |
| 48 | 50.4 | 45.6 | 57.6 |
| 其他 | 2.1 ^a | 1.9 ^a | 2.4 ^a |

^a 单体电池电压。

5.4.7 如果小型风力发电机组充电控制器在高电压设定值下使机组的出力降低,则该装置应调整到更高电压。若机组充电控制器进行过调整,实验报告应记录调整前后的设置。任何对机组控制器的调整都应详细记录。

5.5 试验样机与测试设备的安装与布置

5.5.1 试验样机应根据制造商的机组使用说明书的规定进行安装,若没有明确说明,机组应安装在至少为10 m 轮毂高度处。

5.5.2 为了使风速计、风向仪及其支撑构件对风轮的尾流影响最小,这些部件应安装在距风轮至少3 m 的位置。此外,风速计的安装应使其在轮毂高度下方1.5 倍风轮直径水平高度之上的截面积最小。

5.5.3 气温和压力传感器应安装在轮毂下方至少1.5 倍风轮直径处,尽管这样安装的结果会使它们距地面不足10 m。

6 试验方法

6.1 叶片静平衡与叶尖轴向跳动量试验与评估

叶片静平衡与叶尖轴向跳动量应依照 GB/T 9239.1 的要求辅以必要的实验进行评估。对于较大容量的机组的叶片(如叶片长度大于6 m)应按照 JB/T 10399 的要求进行测试。

6.2 空气动力特性试验

6.2.1 调向性能测量

6.2.1.1 在风速小于启动风速时,测量机组开始调向时的最小风速,最少测量三次,取算术平均值,此值为迎风风速。

6.2.1.2 采用气动、电动、液压迎风机构时,测取调向时机组风轮轴线偏离风向的角度。

6.2.2 机组切入风速测量

使机组与负载连接、迎风,测量机组在额定电压下有功率输出时的最小风速,测量六次取算术平均值。

6.2.3 风轮空气动力特性测量

使风轮空载、制动、迎风,待风向稳定,在 4 m/s~6 m/s 任意风速时,松开制动,自风轮起动到同步转速的全过程,连续采样,每一秒钟同步测取风速、风轮转速,按式(1)、式(2)和式(3)计算最高叶尖速比下的 C_m 、 λ 、 C_p ,并绘制 $f(C_m, \lambda)$ 、 $f(C_p, \lambda)$ 曲线,如图 3 所示。试验时风速变化幅度应小于 0.5 m/s。

$$C_m = 2M / (\pi \rho^3 v^2) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\lambda = \omega(t)R / v \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$C_p = C_m \lambda \quad \dots\dots\dots (3)$$

风轮转矩 M 通过测量的或计算的风轮转动惯量 J 由式(4)计算得到,而角加速度 ϵ 由式(5)和式(6)计算得到,风轮转速 n 由式(7)计算得到。

$$M = J\epsilon \quad \dots\dots\dots (4)$$

$$\epsilon = [\omega(t) - \omega(t - \Delta t)] / \Delta t \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\omega_i = 2\pi i / i_0 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$n = 60i / i_0 \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- n —— 风轮转速,单位为转每分(r/min);
- i —— 秒钟风轮传感器送出的脉冲数;
- i_0 —— 风轮旋转一周时转速传感器送出的脉冲数;
- $\omega_i, \omega(t), \omega(t - \Delta t)$ —— 风轮旋转角速度,单位为弧度每秒(rad/s);
- ϵ —— 角加速度,单位为弧度每二次方秒(rad/s²);
- Δt —— 读取数据的时间间隔,单位为秒(s), $\Delta t = 1s$;
- M —— 风轮转矩,单位为牛顿米(N·m);
- J —— 风轮转动惯量,单位为千克平方米(kg·m²),测量和计算方法见附录 A;
- C_m —— 相对力矩系数;
- ρ —— 空气密度,标准大气压,15℃, $\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3$;
- R —— 风轮半径,单位为米(m);
- v —— 同步测取的风速,单位为米每秒(m/s);
- λ —— 叶尖速比;
- C_p —— 风能利用系数。

也可采用变载法或其他方法测量。

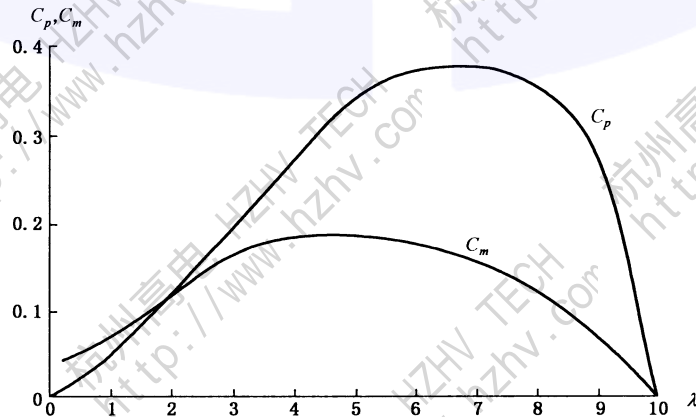


图 3 风轮空气动力特性曲线

6.2.4 风轮机械输出特性

利用 6.2.3 中 $f(C_m, \lambda)$ 特性曲线, 分别取风速 v 为 3, 4, 5, \dots , v_n (额定风速, m/s), 在每种风速下取 λ 为 0~10, 按式(8)、式(9)计算出转速 n 、机械输出功率 N :

$$n = 30v\lambda / (\pi R) \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$N = 0.5\rho\pi R^2 v^3 C_m \lambda \quad \dots\dots\dots (9)$$

绘制曲线族, 连接各曲线顶点即是风轮机械输出特性曲线, 见图 4。

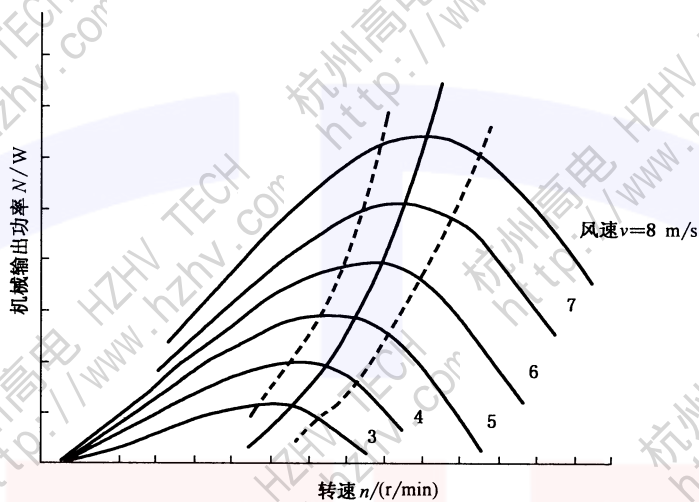


图 4 风轮机械输出特性曲线

6.3 机组性能试验

6.3.1 概述

机组功率特性试验应依据 GB/T 18451.2—2012 中的比恩(Bin)区间法进行, 测试结果应至少包括以下重要功率特性项目:

- a) 功率特性曲线;
- b) 年发电量(AEP);
- c) 功率系数;
- d) 额定输出功率。

6.3.2 功率特性曲线

机组功率特性试验应依据 GB/T 18451.2—2012 第 7 章进行测量, 并按照 GB/T 18451.2—2012 的 8.1~8.2 进行数据标准化进而确定测量功率特性曲线。

机组输出功率应在负荷连接点测量, 也应测量负荷连接点电压。
仅在机组控制器指示机组故障迹象时才需对机组状态进行监控。

预处理数据长度采用 1 min。测试机组时本部分中所有后续 10 min 数据组都适用于 1 min 数据组。

当满足以下条件时可认为测试数据是完整的:

- a) 从低于切入风速 1 m/s~14 m/s 的每个风速区间至少包括 10 min 采样数据;
- b) 整个数据库包含机组风速范围内至少 60 h 的数据;

c) 对于折尾的机组,数据库应包括折尾时机组特性的完整风速区间。

对于功率被动控制的机组,例如折尾或叶片震颤,应用 GB/T 18451.2—2012 中式(2)(功率调整)、式(3)(风速调整)或其他方法对风速进行标准化。如果使用了其他方法,应详细记录。

推荐采集附加特性数据以量化蓄电池组电压变化对机组特性的影响。这些附加功率曲线可以通过设置蓄电池组的电压为表 1 中的值及采集至少 30 h 的 1 min 预平均数据来得到。给出这些功率曲线时,应用图或表详细列出电压设置。推荐用单独的图表示功率随风速和蓄电池组电压变化的曲线。

功率特性应进行不确定度分析,具体参考 GB/T 18451.2—2012 的要求进行。

6.3.3 年发电量(AEP)

年发电量是对不同参考风速的频率分布应用测量功率曲线进行估计得到的。AEP 应通过两种方法计算,一种称为“AEP-测量值”,另一种称为“AEP-外推值”。如果测量功率曲线不包含一直到切出风速的数据,功率曲线应从最高测量风速外推到切出风速。进一步的要求参考 GB/T 18451.2—2012 的 8.3。

对于高风速时不关机的机组,AEP 测量值与 AEP 外推值应采用满风速区间和 25 m/s 之间的较大值作为最大切出风速进行计算。

6.3.4 功率系数

测试结果中应将机组功率系数 C_P 记录到试验报告中。 C_P 由测量功率曲线确定,见式(10):

$$C_{P,i} = \frac{P_i}{\frac{1}{2}\rho_0 A V_i^3} \quad \dots\dots\dots(10)$$

式中:

$C_{P,i}$ ——第 i 个区间的功率系数;

V_i ——第 i 个区间标准化的平均风速;

P_i ——第 i 个区间标准化的平均输出功率;

A ——风轮扫掠面积;

$\rho_0 = 1.225 \text{ kg/m}^3$ 标准空气密度(在 15 °C 状态下)。

6.4 安全及其功能试验

应按照 GB/T 17646—2017 中 13.6 的要求进行试验,并应按照下述方法试验机组的制动和保护功能:

- 制动试验:在安全风速以内手动制动(或自动制动)记录机组制动效果;
- 大风保护:风速超过停车风速后记录停车风速和机组反应时间;
- 超速保护:机组转速超过最高工作转速时,记录保护动作时的转速。

6.5 噪声水平测定

6.5.1 简化的测试方法

如果允许,可采用如下的简化方法进行机组噪声水平的测定。

按图 5 规定的三个位置,分别在风速为 $(4 \pm 1) \text{ m/s}$ 、 $(8 \pm 1) \text{ m/s}$ 、 $(12 \pm 1) \text{ m/s}$ 时,测取 5 次噪声(A 级声压级),取算术平均值。在同一风速下,三个位置中平均值最大的为该风速下的噪声 SL。

机组噪声水平按式(11)计算:

$$ANL = 10 \lg \frac{22 \times 10^{(SL \cdot L)/10} + 9 \times 10^{(SL \cdot M)/10} + 10^{(SL \cdot H)/10}}{32} \quad \dots\dots\dots(11)$$

式中：

ANL —— 机组噪声水平，单位为分贝(A 计权)[dB(A)]；

SL·L —— (4±1)m/s 风速时的噪声最大平均值，单位为分贝(A 计权)[dB(A)]；

SL·M —— (8±1)m/s 风速时的噪声最大平均值，单位为分贝(A 计权)[dB(A)]；

SL·H —— (12±1)m/s 风速时的噪声最大平均值，单位为分贝(A 计权)[dB(A)]。

注：水平轴风力发电机组的测点基准距离 R_0 。按式(12)计算：

$$R_0 = H + D/2 \dots\dots\dots(12)$$

式中：

H —— 风轮中心到地面的垂直距离，单位为米(m)；

D —— 风轮直径，单位为米(m)。

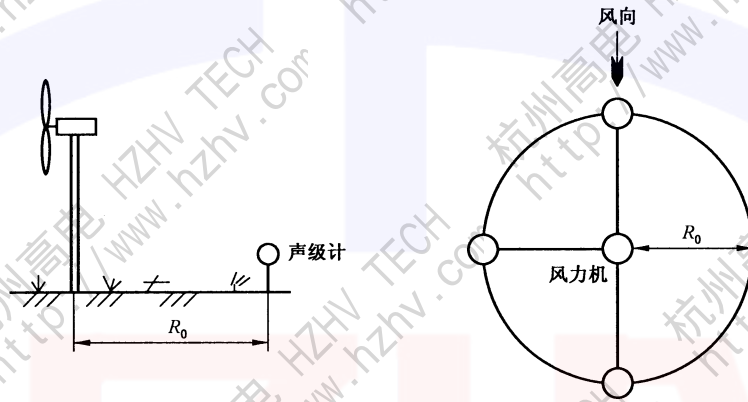


图 5 声级计安装位置

6.5.2 野外试验方法

如果必要，对任何容量的机组，均应按照 GB/T 22516 的规定进行测定。

6.6 机组耐久性试验

机组的耐久性试验应按照 GB/T 17646—2017 中 13.4 的程序进行。

6.7 机组振动试验与评估

机组的振动试验应按照 GB/T 17646—2017 中 13.4.3 的要求进行。可以按照要求人工观测并记录试验结果，也可以采用仪器进行评估。

6.8 电气方面的测试

机组的所有临界安全电气子系统(如发电机、控制器、GFCI 等)均应按照相关的标准进行评价和测试。例如，对于发电机，应按照 GB/T 10760.2 进行测试。

6.9 涂镀层试验

对于容量较小或使用环境条件不太严酷的机组，可以采用简化的试验方法。对于容量较大(如大于 5 kW)或使用环境条件严酷的机组，其涂镀层试验可依据相关标准进行试验，例如：GB 1740、GB 1733、GB 1771、GB 1767 等。

7 试验报告格式和内容

编写试验报告格式和内容见附录 C。

功率特性试验报告除应包括 GB/T 18451.2—2012 第 9 章中所列信息,机组和测试配置的描述应包含以下信息作为补充:

- a) 连接机组和负荷的接线尺寸、导线材料、型号、长度和接线端子;
- b) 变流器和负荷之间的测量阻抗;若没有变流器,机组和负荷之间测量阻抗;
- c) 任何过电压或欠电压保护装置的电压设置;
- d) 电池组额定电压(如 12 V、24 V、36 V 等);
- e) 电池组容量(安培小时)、型号和使用年限;
- f) 用来维持电池组电压在给定限制范围内的稳压装置的制造商、型号和规格的描述。

耐久性测试报告应包括以下信息:

- a) 测试的特定机组设计配置的验证和描述,包括:
 - 机组制造商、型号、序列号、生产日期;
 - 制造商为了设计规定的 SWT 等级;
 - 扫掠面积;
 - 风轮直径;
 - 轮毂高度和塔架类型;
 - 包括电压的负荷描述(例如并入电网,为电池充电);
 - 控制系统软件版本和设置点;
 - 机组边界的清晰描述(包括机电和控制);
- b) 测试场地的描述,包括:
 - 测试场地地图,显示周围区域覆盖机组风轮直径 20 倍径向距离,并且标示地貌,机组位置,气象塔,重要的障碍物和其他风力发电机组。该图应该包括比例尺;
 - 图示朝向的 4 个基本方位(北,东,南和西);
 - 一张显示机组和气象塔朝向主导风向的图片;
 - 场地海拔和典型空气密度的标示的描述;
 - 一张显示测试期间的空气温度的图形;
- c) 测试设备的描述:
 - 所使用的所有仪器的制造商、型号和序列号;
 - 气象塔上仪器的位置;
 - 每台仪器校准证的复印件;
 - 用于判断机组运行状态的方法的描述;
 - 采样率的描述;
- d) 数据压缩技术的描述;
- e) 测试结果的描述:
 - 测试开始和结束日期的描述;
 - 一张表格,列举了上面的每个风速下功率输出小时数和部件故障运行时间比率时间;
 - 15 m/s 下的平均湍流强度;
 - 测试期间最高瞬时风速(3 s 的阵风观察到的最大值);
 - 一张表格,列举了用于计算每个月运行时间分数的每个时间类别的小时数,及不同于 T_T 的任何时间的分类的原因;

- 功率衰减分析图且如果可以找到衰减的可接受的原因；
 - 动态行为观察报告的副本；
 - 已完成耐久性测试的 SWT 等级(机组测试等级)；
- f) 维护/修理/改进：
- 机组上进行的任何维护的记录；
 - 对机组做的任何修理或更换的记录；
- g) 测试之后的检查：测试之后检查的任何发现物，包括照片；
- h) 与标准的偏离：与本条款中的要求有任何的偏离均应清晰的记录为单独的条款。每个偏离应有技术理论支持，并且在测试结论中有关于其影响的预测。

附录 A (规范性附录)

风轮转动惯量的测量和计算

A.1 测量方法

用周期测量法。小型水平轴风力发电机组风轮安装在测试台的假轴上,或在外场静风时解开联轴器,风轮空载,在任一叶片距轴心 L 处,安置一质量为 m ,半径为 r 的圆柱体试块,将叶片拉开一定角度,测量风轮自由摆动周期 T 。风轮转动惯量用式(A.1)计算:

$$J = m \left(gL \frac{T^2}{4\pi^2} - \frac{r^2 + 2L^2}{2} \right) \dots\dots\dots (A.1)$$

式中:

- J —— 转动惯量,单位为千克平方米($\text{kg} \cdot \text{m}^2$);
- m —— 圆柱体的质量,单位为千克(kg);
- L —— 圆柱体中心与风轮轴心的距离,单位为米(m);
- g —— 重力加速度, $g = 9.81 \text{m/s}^2$;
- T —— 周期,单位为秒(s);
- r —— 圆柱体的半径,单位为米(m)。

A.2 计算法

较大功率(如大于 20 kW)机组的风轮转动惯量,应由设计或制造厂提供,也可参考有关资料计算得出。

附录 B
(资料性附录)
试验仪器及精度

B.1 试验仪器要求

试验中所选用的仪器可不限于以下所列仪器仪表,但其精度应满足试验要求。

B.2 风速仪

测量范围:0 m/s~40 m/s;
误差范围:±0.5 m/s(3 m/s~30 m/s);
安装高度: $H \pm 0.1D$;
安装位置:距塔架中心 $2.5D \sim 8D$,应避开尾流区。

B.3 风向仪

测量范围: $0^\circ \sim 360^\circ$;
准确度:±2.5°;
安装高度、位置:同 B.2 的要求。

B.4 大气温度计(温度传感器)

测量范围: $-50\text{ }^\circ\text{C} \sim +50\text{ }^\circ\text{C}$;
准确度:±1 °C;
安装位置:距塔架中心 30 m 以内,距地面高度 1.2 m 的百叶箱内。

B.5 大气压力计(压力传感器)

测量范围:60 kPa~108 kPa;
准确度:<3%;
安装位置:同 B.4 的要求。

B.6 转速传感器

测量范围:0~2 倍风轮额定转速;
误差:<2%。

B.7 角度传感器

测量范围: $0^\circ \sim 360^\circ$ 或 $-20^\circ \sim 90^\circ$;

误差： $<2\%$ 。

B.8 分压器、分流器、电压互感器、电流互感器

测量范围：0~2 倍额定值；

精度：不低于 0.5 级。

注：所配试验用指示仪表测量范围、精度等级相同。

B.9 交、直流功率变送器

测量范围：0~2 倍额定功率；

精度：不低于 0.5 级。

B.10 交、直流电度表

测量范围：0~2 倍额定电流；

精度：不低于 2.5 级。

B.11 频率计

测量范围：2 Hz~20 000 Hz；

误差： ± 1 个字。

B.12 测振仪

测量范围：0 mm~2 mm；

精度：不低于 2.5 级；

频率响应：2 Hz~500 Hz。

B.13 数据采集系统

通道数：3~16(根据所测参数而定)；

采样时间：0.1 s, 0.5 s, 1 s；

平均时间：5 s, 10 s, 360 s, 3 600 s；

储存时间：全通道使用、最高分辨率情况下，不小于 1 500 h。

B.14 声级计

测量范围：0 dB(A)~140 dB(A)；

准确度： ≤ 0.5 dB(A)；

频率响应：0.8 Hz~7 100 Hz；

滤波器范围：1 Hz~6 300 Hz；

安装高度：1.5 m；

GB/T 19068.2—2017

安装位置:见 GB/T 22516—2008。

B.15 场强仪

测量范围:10 $\mu\text{V}/\text{m}$ ~1 000 mV/m ;
精度:不低于 0.5 级。

附录 C
(规范性附录)
试验报告格式和内容

C.1 格式**C.1.1 封面**

机组型号写法应符合 JB/T 7879 的规定,正下方署编写报告单位全称和日期。

C.1.2 封二

| | | |
|-------|-------|-------|
| 报告名称 | | |
| 报告编号 | 试验地点 | |
| 试验负责人 | 试验日期 | 年 月 日 |
| 参加人员 | | |
| 协作单位 | | |
| 出报告日期 | 年 月 日 | |
| 拟稿人 | | |
| 审核 | | |
| 专业室 | | |
| 总工程师 | | |

C.2 报告内容**C.2.1 前言**

前言包括:

- a) 任务来源;
- b) 试验性质和目的;
- c) 试验场地概述;
- d) 试验起、止时间;
- e) 试验简介。

C.2.2 技术参数和特征

对试验样机综述,特点,依据设计资料或制造厂说明书,列出主要技术参数。

C.2.3 试验依据

试验方法及有关标准代号,名称。

C.2.4 试验用仪器和装置

试验期间所用主要仪器、仪表、装置的名称、型号、规格、精度等级、检验日期,各传感器安装情况等。

C.2.5 试验条件、数据和结果

按第 6 章所做的试验,分别列出试验项目名称、条件、原始数据、表格。经整理、修正、计算和处理得出结果。并绘制必要的特性曲线图。

C.2.6 结论和建议

按 GB/T 13981—2009 第 4 章及有关技术资料文件,分析试验的数据。结论要科学、真实、可靠。对机组性能、指标和技术参数按有关技术文件进行认真的评价,并对试验过程中、考核期中所发生的问题进行分析,提出改进意见或建议。

C.3 其他

较有特色的机组和重要试验,应在报告中附照片。

试验发生中断或重要故障,应在报告中明确中断原因,继续试验的时间和情况。重要故障应较详细地说明情况和处理办法。



中华人民共和国
国家标准
小型风力发电机组
第2部分：试验方法
GB/T 19068.2—2017

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

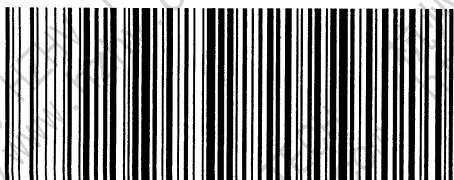
*

开本 880×1230 1/16 印张 1.5 字数 36 千字
2017年11月第一版 2017年11月第一次印刷

*

书号: 155066·1-58464 定价 24.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



GB/T 19068.2—2017