



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 19960.2—2005

---

## 风力发电机组 第2部分：通用试验方法

Wind turbine generator system—Part 2: General test method

2005-12-12 发布

2006-01-01 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

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

风力发电机组

第 2 部分:通用试验方法

GB/T 19960.2—2005

\*

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 [www.bzcbs.com](http://www.bzcbs.com)

电话:68523946 68517548

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 0.75 字数 15 千字

2006年1月第一版 2006年1月第一次印刷

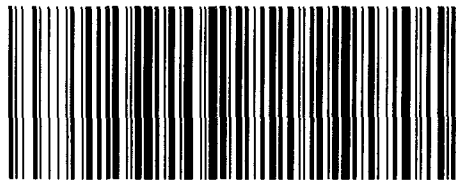
\*

书号: 155066 · 1-26856 定价 10.00 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)68533533



GB/T 19960.2—2005

## 前 言

GB/T 19960《风力发电机组》分为两个部分：

——第1部分：通用技术条件；

——第2部分：通用试验方法。

本部分为 GB/T 19960《风力发电机组》的第2部分。

本部分的附录 A 为资料性附录。

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/TC50)归口。

本部分起草单位：全国风力机械标准化技术委员会秘书处、中国直升机设计研究所等。

本部分起草人：王建平、庄岳兴、田野、王相明、邓英。

## 目 次

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| 前言 .....                    | I |
| 1 范围 .....                  | 1 |
| 2 规范性引用文件 .....             | 1 |
| 3 试验运行外部条件 .....            | 1 |
| 4 试验设备和仪器 .....             | 1 |
| 5 试验内容及试验方法 .....           | 1 |
| 6 试验报告 .....                | 6 |
| 附录 A(资料性附录) 试验报告格式和内容 ..... | 7 |

## 风力发电机组

### 第2部分:通用试验方法

#### 1 范围

本部分规定了风轮扫掠面积等于或大于 40 m<sup>2</sup> 的水平轴风力发电机组的通用试验方法。

本部分适用于水平轴风力发电机组(以下简称机组)的测试和检验,其他类型的风力发电机组可参照使用。

#### 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 19960 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本部分,然而,鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本部分。

GB/T 3785 声级计的电、声性能及测试方法

GB 18451.1—2001 风力发电机组 安全要求(idt IEC 61400-1:1999)

GB/T 18451.2 风力发电机组 功率特性试验(GB/T 18451.2—2003,IEC 61400-12:1998,IDT)

GB/T 19070 风力发电机组 控制器 试验方法

GB/T 19960.1 风力发电机组 第1部分:通用技术条件

JB/T 10425.2 风力发电机组 偏航系统 第2部分:试验方法

JB/T 10426.2 风力发电机组 制动系统 第2部分:试验方法

JB/T 10427 风力发电机组一般液压系统

IEC 61400-11 Wind turbine generator systems—Part 11: Acoustic noise measurement techniques (风力发电机组 第11部分:噪声测量技术)

IEC 61400-13 Wind turbine generator systems—Part 13: Measurement of mechanical loads (风力发电机组 第13部分:机械载荷测量)

IEC 61400-21 Wind turbine generator systems—Part 21: Measurement and assessment of power quality characteristics of grid connected wind turbines (风力发电机组 第21部分:电能质量测量和评估方法)

#### 3 试验运行外部条件

机组试验运行外部条件应符合 GB 18451.1—2001 中第6章的规定。

#### 4 试验设备和仪器

试验中所用的设备和仪器在试验前必须校验,并符合国家规定的有关标准或计量部门的检定规程或经订购方认可。试验中设备和仪器引入的随机测量误差应小于被测系统专用规范规定的测量容差的 1/3。

#### 5 试验内容及试验方法

##### 5.1 机舱装配情况检查

检查风轮、塔架、齿轮箱、偏航齿圈、联轴器、发电机及机舱等各部件的紧固连接和安装是否正确。

检查电器零件,辅助装置的安装,各部件质量是否符合相关标准和图纸的规定。

## 5.2 空载拖动试验

将机组拖动至额定转速(允许±10%的偏差),连续运行2个小时以上并且各温度测量点的温升达到稳定状态。拖动过程中检查各系统的工作和功能,并进行以下测试:

- 并网功能(或软启动功能);
- 振动与噪声测量;
- 发电机绕组温度、齿轮箱轴承温度、润滑油温度和环境温度;
- 控制功能试验;
- 安全保护功能试验。

其中并网功能试验、控制功能及安全保护功能试验按 GB/T 19070 的规定进行。

## 5.3 液压系统检验

在拖动过程中,模拟与液压系统动作有关的工况,进行相应的操作,观察液压油泻压、补压是否及时,各项功能是否符合 JB/T 10427 的要求。

## 5.4 电气系统检验

主要包括:控制柜和机舱控制箱等电气设备的绝缘水平检验,接地系统检查和耐压试验。

## 5.5 地面性能试验

地面性能试验包括:

### a) 机组软启动性能

机组软启动性能试验应按机组软启动试验方法的规定进行。

### b) 机组偏航性能

机组偏航性能试验应按 JB/T 10425.2 的规定进行。

### c) 液压系统测试

液压系统的测试应按 JB/T 10427 的规定进行。

### d) 电控系统功能测试

电控系统功能测试应按 GB/T 19070 的规定进行。

### e) 机械制动系统性能测试

制动系统性能测试应按 JB/T 10426.2 的规定进行。

### f) 传动系统拖动运转测试

用拖动设备使传动系统在工作转速范围内连续旋转 24 h,测试各传动部件温升,检查调整部件运转情况。

## 5.6 现场试验

### 5.6.1 机组电功率测试

5.6.1.1 机组输出功率测试应按 GB/T 18451.2 的相关规定进行。

5.6.1.2 机组的理论输出功率应根据安装点的空气密度进行转换。

转换公式:

$$P = \frac{\rho_0(273.16 + T)}{\rho(273.16 + T_0)} P_0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

$P_0$ ——标准空气状态输出功率,单位为千瓦(kW);

$\rho_0$ ——标准空气状态密度,1.225 kg/m<sup>3</sup>;

$T_0$ ——标准空气状态温度,15℃;

$P$ ——理论输出功率,单位为千瓦(kW);

$\rho$ ——实际大气密度,单位为千克每立方米(kg/m<sup>3</sup>);

$T$ ——实际大气温度,单位为摄氏度( $^{\circ}\text{C}$ )。

5.6.1.3 当风速达到启动风速时,观察机组能否自行启动;并网运行时,测试风速与机组的输出功率检验它们是否达到 GB/T 19960.1 的要求。机组运行 6 个月以上,查看机组自动记录所获得的实际功率曲线是否达到 GB/T 19960.1 的要求。

#### 5.6.2 机组机械载荷测量

机组机械载荷测量应按 IEC 61400-13 风力发电机组机械载荷测量的规定进行。

#### 5.6.3 控制系统试验

##### 5.6.3.1 面板监控功能试验

依照机组“操作说明书”的要求和步骤,进行下列试验:

- a) 机组运行状态参数的显示、查询、设置及修改功能试验;
- b) 人工启动试验;
- c) 人工停机试验;
- d) 偏航试验;
- e) 解缆试验。

##### 5.6.3.2 自动监控功能试验、远程监控功能试验

自动监控功能试验、远程监控功能试验包括:

- a) 切换到手动对风状态,将机组调向使其偏离风向,然后切换到自动对风,在工作风速范围时,20 min 内机组应能自动将方向对准风向。
- b) 人为制造、模拟各种故障信号,检查制动机构动作情况及控制系统显示故障及参数的正确性,试验项目见表 1。

表 1 故障信号试验项目

| 序 号 | 项 目       |
|-----|-----------|
| 1   | 发电机过温度保护  |
| 2   | 齿轮箱过温度保护  |
| 3   | 过缠绕保护     |
| 4   | 过振动保护     |
| 5   | 刹车片过热保护   |
| 6   | 过电压保护     |
| 7   | 过电流保护     |
| 8   | 过功率保护     |
| 9   | 瞬间过功率保护   |
| 10  | 可控硅组件过热保护 |
| 11  | 风轮转速超临界值  |
| 12  | 发电机转速超速值  |
| 13  | 风速信号丢失    |
| 14  | 风向信号丢失    |
| 15  | 并网信号丢失    |
| 16  | 变距气动制动故障  |
| 17  | 机械制动器故障   |

表 1 (续)

| 序 号 | 项 目      |
|-----|----------|
| 18  | 齿轮箱油位低   |
| 19  | 液压油位低    |
| 20  | 机舱振动超极限值 |
| 21  | 制动器闸片磨损  |
| 22  | 电网失效     |
| 23  | 紧急停机     |
| 24  | 二次电源失效   |

c) 开机,观察发电机转速,可控硅组件在切入点能正常切入,在旁路接触器投入后 10s 内能自动切出。

d) 操作关机,脱网时主接触器能自动切出。

#### 5.6.4 安全试验

5.6.4.1 选择风力发电机组电源,用地阻仪测量风力发电机组接地点与大地间接地电阻应符合 GB/T 19960.1 的要求。

5.6.4.2 断开风力发电机组电源,用 1 000 V/1 500 V 兆欧表检查电力线路、电器设备、控制柜外壳,次级回路的绝缘电阻应符合 GB/T 19960.1 的要求。

5.6.4.3 检查电力线路入口处和发电机的防雷保护器是否完好。

5.6.4.4 分别关闭总电源开关或按下紧急停机键,观察所有刹车是否立即投入。

#### 5.6.5 振动及噪声测试

5.6.5.1 机组噪声测试按 IEC 61400-11 的规定进行。

##### 5.6.5.2 拖动状态下的振动测量

###### ——仪器要求

振动测量仪器应具有测量振动宽频带均方根的能力,通频响应范围至少为 2 Hz~1 000 Hz。按照不使其降低测量精度的方式,正确地固定振动传感器。

###### ——测量位置

通常在容易接近的机器外表部分轴承盖或轴承座处进行测量。振动测量的位置和方向必须对测量机器的动态力有足够的灵敏度,一般在水平和垂直方向两个相互正交的径向位置进行测量。

如果对机器振动幅值情况充分了解,可在轴承盖或轴承座上用单个传感器代替典型的一对正交放置的传感器。但应注意观察评价单个的传感器测量面上的振动,因为此测量方位未必接近振动最大值。

###### ——测量结果

测量结果通常考虑振动速度的均方根值(r.m.s)作为振动幅值,其他的量如位移、加速度和代替均方根的峰值也可以选用。分别取各个测点所得到的一组不同振动幅值中的最大值作为评估量。

##### 5.6.5.3 拖动状态下的噪声测量

###### ——仪器要求

仪器应采用符合 GB/T 3785 规定的、其准确度不低于 II 型的声级计或准确度相当的其他声学仪器。

仪器的检定状态应在有效期内。

###### ——测点配置

噪声测点的配置按照图 1 的规定,水平面测点高度为轴中心高(但不应低于 250 mm),测点与机器

外壳的距离为 1 m,沿图 1 虚线上相邻测点的距离应等于和小于 1 m。如果相邻两测点 A 计权声压级的差值为 5 dB 及以上时,应在该两测点间的测量面上增加测点。

——平均声压级的计算

测量面上的平均声压级按式(2)计算。在所有测点中,任何相邻两点的声压级之差小于 5 dB 时,允许用算术平均值计算平均声压级  $\bar{L}_{PA}$ 。如有异议,则以式(2)计算的结果为准。

$$\bar{L}_{PA} = 10 \times \lg \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1(L_{PAi} - K_{1i})} \right] - K_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- $L_{PA}$ ——A 计权平均声压级,单位为分贝[dB(A)];基准值为 20  $\mu$ Pa;
- $K_{1i}$ ——第 i 点背景噪声修正值(参见表 2);
- $N$ ——总测点数;
- $K_2$ ——环境反射修正值,单位为分贝(dB); $K_2$  一般为 0~7 dB,如无条件测  $K_2$  时,取  $K_2=4$ 。

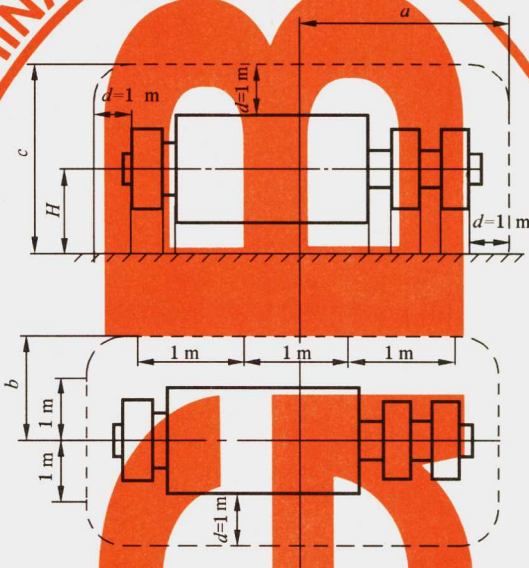


图 1 机组噪声测点分布图

表 2 背景噪声修正

单位为分贝

| 电机运转时测得的噪声级与<br>背景噪声级之差 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9   | 10  | >10 |
|-------------------------|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|
| 修正值 $K_1$               | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 0.5 | 0.5 | 0   |

——声功率级的计算

电机噪声的 A 计权声功率级应按式(3)计算:

$$L_w = \bar{L}_{PA} + 10 \times \lg \frac{S}{S_0} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

- $L_w$ ——A 计权声功率级,单位为分贝[dB(A)];
- $\bar{L}_{PA}$ ——按式(1)计算的 A 计权平均声压级,单位为分贝[dB(A)];
- $S_0$ ——基准面积,单位为平方米( $m^2$ ), $S_0=1 m^2$ ;
- $S$ ——测量面面积,单位为平方米( $m^2$ ),按式(4)计算:

$$S = 4(ab + bc + ca)(a + b + c)/(a + b + c + 2d) \dots\dots\dots(4)$$

#### 5.6.6 机组电能质量测试

机组电能质量的测试按 IEC 61400-21 的规定进行。

### 6 试验报告

试验报告内容及格式见附录 A。

附 录 A  
(资料性附录)  
试验报告格式和内容

A.1 封1与封2

A.1.1 封1

封1应包括试验报告名称,编写报告单位和日期等。

A.1.2 封2

封2应包括以下内容:报告名称、报告编号、试验地点、试验负责人、试验日期、主要参试人员、报告编写日期、报告编写人(职务或职称)、校对人员(职务或职称)、审核人(职务或职称)、批准人(职务或职称)等。

A.2 报告内容

A.2.1 前言

任务来源、试验目的、试验时间等。

A.2.2 试验机组

试验机组简介,依据设计或制造厂商说明书列出主要技术参数和特点。

A.2.3 试验设备

试验台简介,主要仪器、仪表、装置的名称、型号、规格、精度等级及检验日期等。

A.2.4 试验项目

试验项目名称、试验条件。

A.2.5 试验方法

试验方法及有关标准代号、名称。

A.2.6 试验结果

分别列出必要的原始数据和经整理得出的结果,对试验结果进行必要的分析和讨论。

A.2.7 结论

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评价,并对试验过程中所发生的问题进行分析,提出改进意见和建议。

A.3 其他

报告中一般应附有试验照片。

试验发生中断或重要故障时,必须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。