

ICS 27.180

F 11

备案号：64282-2018

NB

# 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 31129 — 2018

## 风力发电机组振动状态评价导则

Guide for evaluation of vibration condition for wind turbines

2018-04-03发布

2018-07-01实施

国家能源局 发布

## 目 次

|                 |    |
|-----------------|----|
| 前言 .....        | II |
| 1 范围 .....      | 1  |
| 2 规范性引用文件 ..... | 1  |
| 3 振动数据采集 .....  | 1  |
| 4 振动数据处理 .....  | 1  |
| 5 振动评价方法 .....  | 3  |
| 参考文献 .....      | 5  |

## 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。  
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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由能源行业风电标准化技术委员会风电场运行维护分技术委员会（NEA/TC1/SC3）归口。

本标准起草单位：龙源（北京）风能工程技术有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、西安交通大学、华北电力大学、北京威锐达测控系统有限公司、北京英华达电力电子工程科技有限公司、中能电力科技开发有限公司、远景能源（江苏）有限公司、国华能源投资有限公司、北京天源科创风电技术有限责任公司。

本标准主要起草人：陈铁、岳俊红、杜广平、侯成刚、柳亦兵、金鑫、丁显、杜可兵、张峰武、吴仕明、申烛、胡兵、周卫华、顾富斌、张乐、王超、胥佳、张进、周继威、杨洪源、程人杰、滕伟、白钢、吕永全、郑海波、曹博、王栋。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

# 风力发电机组振动状态评价导则

## 1 范围

本标准规定了风力发电机组振动状态评价的数据采集、数据处理和评价方法。

本标准适用于 2MW 及以下水平轴增速传动风力发电机组，其他类型风力发电机组参照执行。

## 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/T 19071.1 风力发电机组异步发电机 第 1 部分：技术条件

GB/T 19073 风力发电机组 齿轮箱设计要求

NB/T 31004 风力发电机组振动状态监测导则

## 3 振动数据采集

### 3.1 振动传感器

传感器选择、传感器位置和安装应符合 NB/T 31004 的要求。

### 3.2 测量数据要求

振动状态监测系统和状态监测流程应按 NB/T 31004 执行，测量数据要求见表 1。

表 1 水平轴增速传动风力发电机组测量数据要求

| 风力发电机组部件 | 测量数量<br>条 | 测量方向        | 传感器频率范围<br>Hz           | 测量时间<br>min |
|----------|-----------|-------------|-------------------------|-------------|
| 主轴承      | 1<br>(+1) | 径向<br>(+轴向) | 0.1~10 000              | ≥10         |
| 齿轮箱      | 4+1       | 径向+轴向       | 0.1~10 000<br>10~10 000 | ≥1          |
| 发电机      | 2         | 径向          | 10~10 000               | ≥1          |
| 机舱       | (2)       | 轴向及横向       | 0.1~100                 | ≥10         |
| 塔架       | (2)       | 横向          |                         |             |

注 1：括号中的数量为可选；若有两个主轴承，应测量两个主轴承的数据。  
注 2：0.1Hz~10 000Hz 适用于齿轮箱低速转轴，10Hz~10 000Hz 适用于齿轮箱高速转轴。

## 4 振动数据处理

### 4.1 加速度均方根值

加速度均方根值  $a_{rmsW_0}$  按下式计算：

$$a_{\text{rmsW}0} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{e=1}^n a_{\text{rmsWe}}^2 \cdot T_e} \quad (1)$$

$$a_{\text{rmsWe}} = \sqrt{\frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} a_w^2(t) dt} \quad (2)$$

$$T_0 = \sum_{e=1}^n T_e$$

式中：

- $T_0$  ——整个评价周期，s；  
 $T_e$  ——分段评价周期 ( $T_e$  不宜小于 60s)，s；  
 $a_w(t)$  ——消除温漂和冲击失稳等趋势项后经表 2 频率范围滤波的加速度数据；  
 $a_{\text{rmsW}0}$  ——整个评价周期  $T_0$  的加速度均方根值，m/s<sup>2</sup>；  
 $a_{\text{rmsWe}}$  ——分段评价周期  $T_e$  的加速度均方根值，m/s<sup>2</sup>。

#### 4.2 速度均方根值

速度均方根值  $v_{\text{rmsW}0}$  按下式计算：

$$v_{\text{rmsW}0} = \sqrt{\frac{1}{T_0} \sum_{e=1}^n v_{\text{rmsWe}}^2 \cdot T_e} \quad (3)$$

$$v_{\text{rmsWe}} = \sqrt{\frac{1}{T_e} \int_0^{T_e} v_w^2(t) dt} \quad (4)$$

$$T_0 = \sum_{e=1}^n T_e$$

式中：

- $T_0$  ——整个评价周期，s；  
 $T_e$  ——分段评价周期 ( $T_e$  不宜小于 60s)，s；  
 $v_w(t)$  ——消除温漂和冲击失稳等趋势项后经表 2 频率范围滤波的速度数据，或加速度数据  $a_w(t)$  经过积分得到的速度数据；  
 $v_{\text{rmsW}0}$  ——整个评价周期  $T_0$  的速度均方根值，mm/s；  
 $v_{\text{rmsWe}}$  ——分段评价周期  $T_e$  的速度均方根值，mm/s。

表 2 风力发电机组振动评价区域边界值

| 部件                   | 加速度均方根值<br>m/s <sup>2</sup> |        | 速度均方根值<br>mm/s   |        |
|----------------------|-----------------------------|--------|------------------|--------|
| 主轴承                  | 频率范围 0.1Hz~10Hz             |        | 频率范围 10Hz~1000Hz |        |
|                      | BC 边界值                      | CD 边界值 | BC 边界值           | CD 边界值 |
|                      | 0.3                         | 0.5    | 2.0              | 3.2    |
| 齿轮箱                  | 频率范围 0.1Hz~10Hz             |        | 频率范围 10Hz~1000Hz |        |
|                      | BC 边界值                      | CD 边界值 | BC 边界值           | CD 边界值 |
|                      | 0.3                         | 0.5    | 3.5              | 5.6    |
| 低转速轴频率范围 10Hz~250Hz  |                             |        |                  |        |
| 1.5                  | 2.4                         |        |                  |        |
| 高转速轴频率范围 10Hz~4000Hz |                             |        |                  |        |
| 8.5                  | 13.6                        |        |                  |        |

表2(续)

| 部件    | 加速度均方根值<br>m/s <sup>2</sup> |        | 速度均方根值<br>mm/s   |        |
|-------|-----------------------------|--------|------------------|--------|
|       | 频率范围 10Hz~5000Hz            |        | 频率范围 10Hz~1000Hz |        |
| 发电机   | BC 边界值                      | CD 边界值 | BC 边界值           | CD 边界值 |
|       | 12                          | 19.2   | 7.5              | 12     |
| 机舱和塔架 | 频率范围 0.1Hz~10Hz             |        | 频率范围 0.1Hz~10Hz  |        |
|       | BC 边界值                      | CD 边界值 | BC 边界值           | CD 边界值 |
|       | 0.3                         | 0.5    | 60               | 100    |

注1：风力发电机组主轴承和发电机轴承为滚动轴承。  
 注2：风力发电机组输出功率不低于20%额定功率，且稳定运行。  
 注3：BC 边界值、CD 边界值分别对应图1中区域B 和区域C 的边界、区域C 和区域D 的边界。

## 5 振动评价方法

### 5.1 振动评价准则

风力发电机组振动状态应根据振动幅值和振动幅值的变化进行评价，振动幅值以振动数据的加速度均方根值、速度均方根值表征，并在表2频率范围内测量，按照式(1)~式(4)计算。

- a) 当新投运的风力发电机组调试时，振动幅值应根据预先确定的允许值进行评价，齿轮箱和发电机的允许值可执行GB/T 19073、GB/T 19071.1的要求，其他部件的允许值由风力发电机组制造商提供；
- b) 当风力发电机组投入使用后，应根据振动幅值以及振动幅值变化进行评价。

### 5.2 振动幅值的评价

#### 5.2.1 评价区域

定义以下典型区域，振动频率在 $f_x$ 和 $f_y$ 之间采用图1所示的恒定加速度均方根值和恒定速度均方根值；对风力发电机组进行定性振动状态评价； $f_x$ 和 $f_y$ 根据表2频率范围确定。



图1 振动区域

- a) 区域 A: 新交付使用风力发电机组的振动应在区域 A 内。
- b) 区域 B: 振动处于此区域内的风力发电机组可长时间连续运行。
- c) 区域 C: 振动处于此区域内的风力发电机组不宜长时间连续运行。
- d) 区域 D: 振动处于此区域内, 可导致风力发电机组损坏。

### 5.2.2 评价区域边界值

评价区域边界值见表 2。

## 5.3 振动幅值变化的评价

当振动幅值变化(增加或减小)超过 BC 边界值的 25%时, 应分析变化原因, 确定下一步措施。

### 5.3.1 振动幅值变化监测

振动幅值变化的监测可采用报警值和停机值:

- a) 报警值应相对于基准值确定, 等于基准值加上 BC 边界值的 25%, 但不应超过 BC 边界值的 1.25 倍。
- b) 没有建立基准值时, 初始报警值应根据经验确认。当基准值建立或发生变化后, 应调整报警值设置。
- c) 停机值应在区域 C 或区域 D 内, 不应超过 CD 边界值的 1.25 倍。

### 5.3.2 基准值测量

基准值应在风力发电机组稳定运行状态下测量:

- a) 新投运和大修后的风力发电机组在磨合期后测量, 磨合期宜选择 3 个月。
- b) 基准值数据应满足表 1 测量数据要求, 可采取连续或周期监测, 当振动数据达到稳定后确定此运行状态为基准状态。
- c) 基准值以振动数据的加速度均方根值、速度均方根值表征, 并在表 2 频率范围内测量, 按照式(1)~式(4)计算。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 6075.1—1999 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第1部分：总则
  - [2] GB/T 6075.3—2001 在非旋转部件上测量和评价机器的机械振动 第3部分：额定功率大于15kW 额定转速在120r/min~15 000r/min之间的在现场测量的工业机器
  - [3] VDI 3834 Part 1—2009 Measurement and evaluation of the mechanical vibration of wind energy turbines and their components - Onshore wind energy turbines with gears
  - [4] VDI 3834 Part 1—2015 Measurement and evaluation of the mechanical vibration of wind turbines and their components - Wind turbines with gearbox
  - [5] GL IV-4—2013 Industrial services. Part 4: Guideline for the certification of condition monitoring systems for wind turbines
-