



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 43904—2024

## 风能发电系统 风力发电机组运行 评价指标体系

Wind energy generation systems—Operation evaluation index system for  
wind turbines

2024-04-25发布

2024-11-01 实施

国家市场监督管理总局  
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 符号和缩略语 .....	2
4.1 符号 .....	2
4.2 缩略语 .....	3
5 总则 .....	4
6 评价指标及计算方法 .....	4
6.1 发电性能 .....	4
6.2 可利用率 .....	5
6.3 可靠性 .....	6
6.4 运维经济性 .....	8
6.5 并网特性 .....	9
7 运行质量评价 .....	9
7.1 数据来源 .....	9
7.2 主要评价指标 .....	9
7.3 运行质量评价 .....	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。

本文件由中国机械工业联合会提出。

本文件由全国风力发电标准化技术委员会(SAC/TC 50)归口。

本文件起草单位：北京鉴衡认证中心有限公司、中国农业机械化科学研究院呼和浩特分院有限公司、金风科技股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、运达能源科技集团股份有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、哈电风能有限公司、远景能源有限公司、中船海装风电有限公司、东方电气风电股份有限公司、中国华能集团有限公司、中广核风电有限公司、中国电力科学研究院有限公司、上海能源科技发展有限公司、中国三峡新能源(集团)股份有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、北京乾源风电科技有限公司、国家电投集团科学技术研究院有限公司、华锐风电科技(集团)股份有限公司、华电电力科学研究院有限公司、山高新能源集团有限公司、华润新能源投资有限公司、国网河北省电力有限公司、国华(乾安)风电有限公司、中节能风力发电股份有限公司、中核汇能(内蒙古)能源有限公司、广东粤电湛江风力发电有限公司、河北建投新能源有限公司、北京京能新能源有限公司、国网河北省电力有限公司电力科学研究院、北京能高普康测控技术有限公司、华能阳江风力发电有限公司。

本文件主要起草人：杨洪源、李鹏、任君、谢生清、魏煜锋、胡凯凯、杜广平、周民强、张黎明、曾兴国、朱宏栋、雷春宇、李源、李国庆、董礼、陈晨、蓝翔、王允、李力森、庄严、严帅、乌云高娃、张文忠、刘保松、刘云泞、肖文成、时珉、雷启龙、张华耀、魏晓钢、何凯华、梁晓燕、秦晓亮、张德新、闫鹏、刘展、王剑彬、万宇宾、刘德军、张伟、楼飞民、刘鸿昌、石宇峰、詹洋燕、闫萧、马记龙、肖富华、张林伟、苏宝定、杨志一、庞宇。

# 风能发电系统 风力发电机组运行 评价指标体系

## 1 范围

本文件规定了风力发电机组的评价指标及计算方法、运行质量评价内容。

本文件适用于并网型风力发电机组运行质量的评价。

## 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 2900.53 电工术语 风力发电机组

GB/T18451.2 风力发电机组 功率特性测试

GB/T19963.1—2021 风电场接入电力系统技术规定 第1部分：陆上风电

GB/T 20320 风能发电系统 风力发电机组电气特性测量和评估方法

GB/T 33225 风力发电机组 基于机舱风速计法的功率特性测试

GB/T 36994 风力发电机组 电网适应性测试规程

GB/T 36995 风力发电机组 故障电压穿越能力测试规程

IEC 61400-26-1 风能发电系统 第26-1部分：风能发电系统的可用性(Wind energy generation systems—Part 26-1:Availability for wind energy generation systems)

## 3 术语和定义

### 3.2

### 3.1



GB/T 定义适用于本文件。

2900

. 53

界定的以及下列术语和

**机组故障** wind turbine fault

风力发电机组不能执行规定功能的特征状态。

注：包含影响风力发电机组正常运行的同一事件连续远程复位3次及以上的情况。预防性维修和其他计划性活动，以及缺乏外部资源导致不能执行要求功能的情况除外。

**亚健康** sub-health

风力发电机组未报故障，但不能按照风力发电机组设计正常运行的状态。

3.3

**可靠性** reliability

产品在规定的条件下和规定时间内完成规定功能的能力。

3.4

**维修** maintenance and repair

**检修**

为保持、恢复或提升产品要求的技术状态和功能而进行的所有技术和管理活动的组合。

注：包含维护和修理。又称作检修。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 2.1192-06-01, 有修改]

### 3.5

#### **修理 repair**

实施恢复的直接活动。

[来源：GB/T 2900.99—2016, 2.1192-06-14]

### 3.6

#### **维护 maintenance**

为保持或提升产品技术状态而进行的保养活动。

注：包括检查、清洁、润滑、紧固、耗材更换等。

## 4 符号和缩略语

### 4.1 符号

下列符号适用于本文件。

AEP<sub>nfer</sub> 根据约定的风速分布函数以及实际功率曲线推断出的年发电量

AEP<sub>wranty</sub> 根据约定的风速分布函数以及担保功率曲线推断出的年发电量

C<sub>m</sub> 年维护成本

C<sub>r</sub> 年修理成本

C<sub>p</sub> 年备件成本

C<sub>w</sub> 统计样本装机容量

E<sub>c</sub> 自用电量

E<sub>p</sub> 发电量

F<sub>;</sub> 风力发电机组停机(或亚健康运行或限发)时段 SCADA 记录的机舱风速仪风频分布

F<sub>w;</sub> 因非自身原因停机(或限发等)的风力发电机组评价时段 SCADA 记录的机舱风速仪风频分布

F<sub>p</sub> 发电量符合率

F(V) 约定的风速累积概率分布函数

F<sub>w;</sub> 因自身原因停机(或亚健康运行)的风力发电机组评价时段 SCADA 记录的机舱风速仪风频分布

K 功率曲线考核值

N 风力发电机组总台数

N<sub>hin</sub> 区间个数

N<sub>i</sub>; 第 i 个区间中 10 min 数据集的数量

N<sub>ogrp</sub> 正常运行风力发电机组台数

n<sub>r</sub>; 风力发电机组故障次数

n 风力发电机组检修次数

n<sub>trs</sub>; 风力发电机组长停次数



nyF 风力发电机组主故障次数

nnR; 风力发电机组不需要现场维修的故障次数

ngLP; 风力发电机组大部件更换次数

PA 实际发电量

Pp 风力发电机组停机(或亚健康运行或限发)时段全场发电量

PAPNw 风力发电机组非自身原因停机(或限发等)时段的全场发电量

PApw 风力发电机组自身原因停机(或亚健康运行)时段的全场发电量

$P_i$  第  $i$  个区间的规格化平均功率

$P_1$  损失发电量

PLvE 全场平均发电量法损失电量

PLxw 非风力发电机组原因损失电量

PLpc 机舱功率曲线法损失电量

PLp<sub>i</sub> 因非自身原因停机(或限发等)的风力发电机组限发时段发电量

Piw 风力发电机组原因损失电量

$P_{i,j}$  第  $i$  个区间中数据集  $j$  的规格化输出功率

Psh<sub>i</sub> 因自身原因停机(或亚健康运行)的风力发电机组亚健康运行时段该风力发电机组的

SCADA 记录发电量

Psh<sub>tp</sub> 亚健康运行或限发时段该风力发电机组的发电量

PC<sub>i</sub> 风力发电机组停机(或亚健康运行或限发)时段 SCADA 数据计算的功率

PCw<sub>i</sub> 因非自身原因停机(或限发等)的风力发电机组评价期内 SCADA 数据计算的功率

PCw<sub>i</sub> 因自身原因停机(或亚健康运行)的风力发电机组评价期内 SCADA 数据计算的功率

TA 可利用小时数

T 风力发电机组检修时间

Tlu<sub>i</sub> 风力发电机组 SCADA 系统不可用信息时间

Tnr<sub>i</sub> 风力发电机组不需要现场维修的故障停机时间

Tsi 风力发电机组故障造成的停机时间总和

Tr 统计周期小时数

Tu 不可利用小时数

op<sub>i</sub> 第  $i$  个区间中规格化功率数据的标准偏差

## 4.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

COLE: 损失电量成本(Cost of Lost Electricity)

COSE: 自用电成本(Cost of Self-use Electricity)

EPC: 发电量符合性(Energy Production Conformance)

FTAF: 故障频次(Failure Times and Frequency)

LTSR: 长停率(Long Time Shutdown Rate)

MCOE: 度电维修成本(Maintenance Cost of Electricity)

MCOPK: 单位千瓦维修成本(Maintenance Cost of Per Kilowatt)

MTBF: 平均故障间隔时间(Mean Time Between Failures)

MTBI: 平均检修间隔时间(Mean Time Between Inspection)

MTBR: 平均修理间隔时间(Mean Time Between Repair)

MTOF: 平均故障总耗时(Mean Time of Failures)

MTTR: 平均故障修复时间(Mean Time to Repair)

PBA: 基于发电量的风力发电机组可利用率(Production Based Availability)

PCC: 功率曲线符合性(Power Curve Conformance)

PPD: 功率特性偏离(Power Performance Deviation)

RROLC: 大部件更换率(Replacement Rate of Large Components)

SCADA: 数据采集与监视控制(Supervisory Control and Data Acquisition)

TBA: 基于时间的风力发电机组可利用率(Time Based Availability)

## 5 总则

5.1 风力发电机组运行评价指标包括发电性能指标、可利用率指标、可靠性指标、运维经济性指标和并网特性指标。

5.2 风力发电机组运行评价宜同步搜集风力发电场基本信息和外部条件：

- a) 基本信息包括装机容量、风力发电机组型号、风力发电机组数量、运行年限等；
- b) 外部条件包括环境条件(风况、温度、湿度、沙尘、盐雾、波浪、海流等)、电网条件和地质条件。

5.3 风力发电机组运行评价宜在正式投产一年后进行。

## 6 评价指标及计算方法

### 6.1 发电性能

#### 6.1.1 功率曲线符合性

功率曲线是风力发电机组输出功率和风速对应关系的曲线。PCC 是衡量风力发电机组发电性能的指标之一。PCC 评价主要基于风力发电场实际的风频分布，分别利用待评价功率曲线和参考功率曲线计算发电量，并以功率曲线考核值  $K$  体现， $K$  的计算公式见公式(1)，AEP 的计算公式见公式(2)。

$$K = \frac{AEP_{infer}}{AEP_{warranty}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$AEP = 8760 \times \sum_{i=1}^{N_{bin}} [F(V_i) - F(V_{i-1})] \left( \frac{P_{i-1} + P_i}{2} \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

功率曲线和年发电量计算方法按照GB/T18451.2 或 GB/T 33225 执行。

#### 6.1.2 发电量符合性

EPC 是衡量风力发电机组发电性能的指标之一，通常使用发电量符合率来表征风力发电机组发电量符合性。发电量符合率  $F_p$  的计算公式见公式(3)：

$$F_p = \left( \frac{P_A}{P_A + P_L} \right) \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

其中，损失发电量  $P_L$  可采用全场平均发电量法[见公式(4)]或机舱功率曲线法[见公式(5)]计算，分别用PLAvE和 PLrc表示：

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：  
<https://d.book118.com/707046066114006143>