



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 33225—2016/IEC 61400-12-2:2013

---

## 风力发电机组 基于机舱风速计法的 功率特性测试

**Electricity producing wind turbines—Power performance  
measurements based on nacelle anemometry**

(IEC 61400-12-2:2013, Wind turbines—Part 12-2: Power performance of  
electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry, IDT)

2016-12-13 发布

2017-07-01 实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布  
中国国家标准化管理委员会

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 符号和单位 .....	5
5 测试方法概述 .....	8
6 功率特性测试的前期准备 .....	10
6.1 概述 .....	10
6.2 风力发电机组 .....	10
6.3 试验场地 .....	10
6.4 机舱风速传递函数 .....	13
6.5 测试计划 .....	13
7 测试设备 .....	13
7.1 电功率 .....	13
7.2 风速 .....	14
7.3 风向 .....	14
7.4 空气密度 .....	15
7.5 风轮转速 .....	15
7.6 桨距角 .....	15
7.7 风力发电机组状态 .....	15
7.8 数据采集器 .....	16
8 测量程序 .....	16
8.1 概述 .....	16
8.2 风力发电机组运行 .....	16
8.3 数据系统同步 .....	16
8.4 数据收集 .....	17
8.5 数据质量核查 .....	17
8.6 数据剔除 .....	18
8.7 数据修正 .....	18
8.8 数据库 .....	18
9 导出结果 .....	19
9.1 数据标准化 .....	19
9.2 测量功率曲线的确定 .....	20
9.3 年发电量 .....	20
9.4 功率系数 .....	21

9.5 不确定度分析 .....	21
10 报告格式 .....	21
附录 A (资料性附录) 机舱设备安装 .....	28
附录 B (规范性附录) 测量扇区程序 .....	30
附录 C (规范性附录) 机舱风速传递函数有效性程序 .....	35
附录 D (规范性附录) 机舱风速传递函数测试程序 .....	37
附录 E (规范性附录) 测量不确定度评估 .....	43
附录 F (规范性附录) 区间法确定测量不确定度的理论基础 .....	47
附录 G (规范性附录) 机舱风速传递函数/机舱功率曲线不确定度评估和计算 .....	53
附录 H (规范性附录) 允许的测风仪类型 .....	63
附录 I (资料性附录) 结果和不确定度考量 .....	65
附录 J (资料性附录) 多个风力发电机组机舱风速传递函数/机舱功率曲线不确定度计算示例 .....	69
附录 K (资料性附录) 测试、安全和交流方面的组织 .....	77
附录 L (资料性附录) 机舱功率曲线和机舱风速传递函数流程图 .....	79

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用 IEC 61400-12-2:2013《风力发电机组 第 12-2 部分：基于机舱风速计法的风力发电机组功率特性测试》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

- GB/T 13850—1998 交流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器(idt IEC/TR 60688:1992)
- GB 20840.2—2014 互感器 第 2 部分：电流互感器的补充技术要求(IEC 61869-2:2012, MOD)
- GB 20840.3—2013 互感器 第 3 部分：电磁式电压互感器的补充技术要求(IEC 61869-3:2011, MOD)
- GB/T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2005, IDT)
- JJF 1059.1—2012 测量不确定度评定与表示[ISO/IEC Guide 98-3:2008(GUM:1995), MOD]

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会(SAC/TC 50)归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院、东方电气风电有限公司、浙江运达风电股份有限公司。

本标准主要起草人：秦世耀、王瑞明、王兵、薛扬、马晓晶、宋聚众、郑大周、周民强、朱长江、付德义、边伟。

## 引 言

本标准旨在提供一种统一的使用机舱风速计测试、分析、报告单个风力发电机组功率特性的方法。该标准只应用于足够大的水平轴风力发电机组,其机舱风速计对于通过风力发电机组叶片及机舱周围的气流不产生显著影响,进而不影响风力发电机组功率特性。本标准的目的是在 IEC 61400-12-1:2005 提出的要求不可行的时候使用本标准提出的方法。从而保证在目前的测试技术水平和测试设备下测试结果的一致性、准确性和可重复性。

本标准规定的程序表述了如何利用机舱风速计通过测量功率曲线和估计年发电量表征风力发电机组的功率特性。在此程序中,风速计安装在被测风力发电机组机舱上或附近,风速计在这个位置上测得的风速受到风轮的严重影响,本程序包括了确定和应用合适的修正来解决这一问题的方法。然而,需要注意的是,与完全按照 IEC 61400-12-1:2005 进行的测试相比,这种修正增加了不确定度。本程序也提供了确定测量不确定度的方法,包括不确定度源的评估、在功率和年发电量报告中的合成不确定度的推荐值,以及对由于风切变和湍流强度较大的变化以及数据剔除条件的选择而引起的误差的评估。

功率特性测试的关键因素是风速的测量。即使风速计在高品质风洞中做过校准,在实际测试现场中,受风矢量大小和方向波动的影响,不同的风速计仍可能表现出不同的特性。此外,近风力发电机组机舱处的气流条件复杂多变,对于风速计的选择和安装需要特别考虑,这在标准中也做出了说明。

本标准将使涉及风力发电机组的制造、安装、规划、许可、运营、使用和监管的各方受益。如果合适,标准推荐的准确的测试和分析技术可以被各方应用,保证风力发电机组开发和运营技术的一致性、准确性和持续发展。依据本标准给出的测量和报告编写程序能得到他人可重复的准确结果。

# 风力发电机组 基于机舱风速计法的 功率特性测试

## 1 范围

本标准规定了单台水平轴风力发电机组功率特性验证方法,不包括 IEC 61400-2 涉及的小型风力发电机组。本标准在特定运行条件或合同规定不满足 GB/T 18451.2—2012 要求的情况下使用。本标准可以用来评估特定地理位置的特定风力发电机组的性能。同样,本标准可以用来对不同类型或不同设置的风力发电机组进行常规比较。

基于机舱风速计法测量的功率曲线和估计年发电量会受到风力发电机组风轮的影响(即在风速增大或减小的情况下)。机舱风速应该根据气流畸变效应修正,本标准中规定了确定这个修正方法的程序。在 GB/T 18451.2—2012 中,风速计是安装在距被测风力发电机组上风向 2 倍~4 倍风轮直径的测风塔上。这个位置可以确保被测风力发电机组风轮对“自由流”风速的直接测量影响最小。在本标准程序中,风速计安装在被测风力发电机组机舱顶部或附近,这里测得的风速受到被测风力发电机组风轮和机舱的严重影响,本程序包含了对这种影响的相关修正方法的确定和应用。然而,应该注意到,与 GB/T 18451.2—2012 严格的测试要求相比,这种修正肯定增加了不确定度。

本标准规定了如何根据测试功率曲线和估计年发电量表征风力发电机组功率特性。测试功率曲线由一个时期同时测量的机舱风速和输出功率得到,这个测试周期足够长从而可以建立足够的数据组来反映风及大气的变化。为了精确地测量功率曲线,须利用机舱风速传递函数将机舱风速转换为自由流风速,从而估计自由流风速。本标准规定了传递函数的测试和验证方法。年发电量由测试功率曲线和相关的风速分布得到,假设可利用率 100%。本程序也提供了测量不确定度的导则,包括不确定度源的评估、功率曲线和年发电量合成不确定度的推荐值。

## 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。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 18451.2—2012 风力发电机组 功率特性测试(IEC 61400-12-1:2005, IDT)

IEC/TR 60688 交流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器(Electrical measuring transducers for converting a.c. electrical quantities to analogue or digital signals)

修改单 1(1997)

修改单 2(2001)

IEC 61869-2 互感器 第 2 部分:电流互感器的补充技术要求(Instrument transformers—Part 2: Additional requirements for current transformers)

IEC 61869-3 互感器 第 3 部分:电磁式电压互感器的补充技术要求(Instrument transformers—Part 3: Additional requirements for inductive voltage transformers)

ISO/IEC 17025 检测和校准实验室能力的通用要求(General requirements for the competence of testing and calibration laboratories)

ISO/IEC Guide 98-3 测量的不确定度 第 3 部分:测量中不确定度的表示指南[Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)]