



中华人民共和国国家标准

GB/T 18451.2—2021/IEC 61400-12-1:2017
代替 GB/T 18451.2—2012

风力发电机组 功率特性测试

Wind turbines—Power performance measurements of electricity producing

(IEC 61400-12-1:2017, Wind energy generationsystems—Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines, IDT)

2021-08-20 发布

2022-03-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	III
引言	V
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	4
5 功率特性方法概述	8
6 功率特性测试的前期准备	10
6.1 概述	10
6.2 风电发电机组与电气连接	10
6.3 测试场地	10
7 测试设备	12
7.1 电功率	12
7.2 风速	13
7.3 风向	16
7.4 空气密度	17
7.5 风轮转速和桨距角	17
7.6 叶片状况	17
7.7 风力发电机组控制系统	17
7.8 数据采集系统	17
8 测量程序	17
8.1 概述	17
8.2 风力发电机组运行	18
8.3 数据采集	18
8.4 数据筛选	18
8.5 数据库	18
9 导出结果	19
9.1 数据规格化	19
9.2 测试功率曲线的确定	23
9.3 年发电量(AEP)	23
9.4 功率系数	24
10 报告格式	25
附录 A (规范性附录) 测试场地风力发电机组和障碍物影响评估	32
附录 B (规范性附录) 测试场地地形评估	36
附录 C (规范性附录) 场地标定程序	38

附录 D (规范性附录)	测量不确定度评定	62
附录 E (资料性附录)	区间法确定测量不确定度的理论基础	65
附录 F (规范性附录)	风速计风洞校准规程	111
附录 G (规范性附录)	测风塔设备安装	119
附录 H (规范性附录)	小型风力发电机组的功率特性测试	127
附录 I (规范性附录)	杯式风速计和声波风速计分级	132
附录 J (规范性附录)	杯式风速计和声波风速计评估	135
附录 K (规范性附录)	风速计现场比对	146
附录 L (规范性附录)	遥感技术的应用	149
附录 M (资料性附录)	基于湍流强度的功率曲线数据规格化	171
附录 N (资料性附录)	风向传感器的风洞校准程序	179
附录 O (资料性附录)	寒冷气候下的功率特性测试	187
附录 P (资料性附录)	风切变规格化程序	189
附录 Q (资料性附录)	考虑风转向的风轮等效风速定义	190
附录 R (资料性附录)	多风力发电机组测试不确定度的考虑	192
附录 S (资料性附录)	桁架测风塔的桅杆气流畸变校正	196
参考文献		198

前 言

GB/T 18451《风力发电机组》分为两个部分：

- 第 1 部分：设计要求；
- 第 2 部分：功率特性测试。

本部分为 GB/T 18451 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 18451.2—2012《风力发电机组 功率特性测试》，与 GB/T 18451.2—2012 相比主要技术变化如下：

- 增加了对于使用遥感设备测风的规定(见第 5 章、7.2、附录 L)；
- 增加了对风切变测量的规定(见第 5 章、7.2.8、附录 P)；
- 增加了对临时障碍物评估的规定(见附录 A)；
- 增加了对场地评估方法的描述(见附录 B)；
- 增加了对风轮等效风速的定义(见 3.2.3、7.2.6、9.1.3、附录 Q)；
- 增加了场地标定计算中对地形分类的规定(见附录 C)；
- 增加了寒冷气候下功率曲线测试的说明(见附录 O)；
- 增加了对风切变规格化和湍流强度规格化功率曲线的规定(见附录 M、附录 P)；
- 修改了附录 F“风杯式风速计的校准程序”，改变为“风速计风洞校准规程”，增加了声波风速计校准的相关内容(见附录 F，2012 年版的附录 F)；
- 修改了附录 I“风速计分级”，改变为“杯式风速计和声波风速计分级”，增加了声波风速计分级的相关内容(见附录 I，2012 年版的附录 I)；
- 修改了附录 J“风杯式风速计评估”，改变为“杯式风速计和声波风速计评估”，增加了声波风速计评估的相关内容(见附录 J，2012 年版的附录 J)；
- 增加了附录 L“遥感技术的应用”(见附录 L)；
- 增加了 7 个资料性附录，包括附录 M“基于湍流强度的功率曲线数据规格化”、附录 N“风向传感器的风洞校准程序”、附录 O“寒冷气候下的功率特性测试”、附录 P“风切变规格化程序”、附录 Q“考虑风转向的风轮等效风速定义”、附录 R“多风力发电机组测试不确定度的考虑”、附录 S“桁架测风塔的桅杆气流畸变校正”(见附录 M、附录 N、附录 O、附录 P、附录 Q、附录 R、附录 S)。

本部分使用翻译法等同采用 IEC 61400-12-1:2017《风力发电机组 第 12-1 部分：风力发电机组功率特性测试》。

与本部分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 20840.1—2010 互感器 第 1 部分：通用技术要求(IEC 61869-1:2007,MOD)
- GB/T 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/T 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—2019 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2017,IDT)

为了便于使用，本部分做了下列编辑性修改：

- 修改了标准名称；

——原文中“wind turbine”和“turbine”统一译为“风力发电机组”；

——将“ISO/IEC 指南 98:2008”改为“ISO/IEC 指南 98-3:2008”。

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:中国电力科学研究院有限公司、东方电气风电有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、西门子歌美飒可再生能源科技(中国)有限公司、浙江运达风电股份有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、中国质量认证中心、山东中车风电有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、维斯塔斯技术研发(北京)有限公司、华润电力技术研究院有限公司、国电联合动力技术有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、广东省风力发电有限公司、中电投电力工程有限公司、华锐风电科技(集团)股份有限公司、云南省能源研究院有限公司。

本部分主要起草人:秦世耀、薛扬、郑大周、马晓晶、刘静、付德义、袁凌、王瑞明、刘东海、余清清、朱志权、赵磊、李跃、傅新鸿、黄树根、许国东、张黎明、杨天时、王潇、贾海坤、李钢强、赵韵、余维、王安庆、邓屹、朱琳、李慧新、石宇峰、李力森、龚利策、聂峰、赵娜、刘云涛、卢仁宝、张淇宣、陈文武。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 18451.2—2012。

引 言

本部分的目的是提供一种统一的方法,以保证风力发电机组功率特性测试和分析的一致性、准确性和可重复性。本部分将适用于:

- 风力发电机组制造商,努力使产品满足定义明确的功率特性要求和/或可能的声明系统;
- 风力发电机组购买者,能明确功率特性要求;
- 风力发电机组运营商,可以证实新的或维修好的风力发电机组满足所陈述的或所要求的功率特性的技术条件;
- 风力发电机组规划者和监管者,能够准确公正地评价风力发电机组的功率特性,使新的或更改后的装置符合其规范或许可准则。

本部分在风力发电机组功率特性测试的测量、分析和报告编写方面提供指导。它将使从事风力发电机组制造、安装、计划、运营和管理的机构受益。本部分推荐的测试和分析技术适用于上述各方,以保证风力发电机组的开发和运营在风力发电机组功率特性上的一致性以及技术交流的准确性。希望本部分给出的测量和报告编写程序能得到可以被他人重复的准确结果。同时,标准使用者需认识到由风剪切和湍流的较大变化所引起的差别。在功率特性测试合同签署前,标准使用者需考虑这些差别和与测试目的相关的数据选择判据的影响。

功率特性测试的关键因素之一是风速测量。本部分规定使用杯式风速计、声波风速计或遥感设备结合风速计的方式来测量风速。即使采用恰当的程序进行了校准、验证和分级,这些设备固有的原理仍会导致它们的测量结果存在潜在差异。这些设备具有鲁棒性并且被认为适用于功率特性测试,部分设备限制在特定的地形类别才能使用。

需要认识到,随着风力发电机组的增大,在单一高度进行风速测量越来越不能精确表现整个风轮范围内的风速情况,本部分介绍了一种对于风速的附加定义。相较此前风速定义为只在轮毂高度进行测量,新的补充定义称为风轮等效风速(REWS),是对数个不同高度上同时测量风速的算数组合,从下部叶尖到上部叶尖,覆盖整个风轮范围。使用轮毂高度风速和风轮等效风速定义的功率曲线并不相同,因此轮毂高度风速对应的功率曲线作为对照,和风轮等效风速对应的功率曲线一起在结果中体现。作为上述不同风速定义得到的结果,年发电量(AEP)同样来源于组合测量功率曲线,其中风速分布的定义和功率曲线完全相同。

附录 I 和附录 J 给出了对杯式风速计和超声波风速计进行分级的程序。附录 L 给出了对遥感设备进行分级的程序。在风速测量中需特别注意测风设备的选择,因为不同选择可能会给测试结果带来影响。

风力发电机组 功率特性测试

1 范围

GB/T 18451 的本部分规定了单台风力发电机组功率特性的测试方法,适用于所有类型和大小的并网型风力发电机组。此外,本部分描述了并网及与蓄电池组相连的小型风力发电机组(IEC 61400-2中定义的风力发电机组)的功率特性测试方法。测试方法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,当考虑特定场地条件和数据筛选的影响时,本方法可以用来对不同类型或不同设置的风力发电机组进行通用对比。

风力发电机组功率特性由测量功率曲线和年发电量(AEP)决定。测量功率曲线定义为风速和风力发电机组输出功率之间的关系,由一定时间段内同步采集的气象参数(包括风速)和风力发电机组信号(包括输出功率)确定,该时间段要足够长,使得在一定的风速范围和大气条件变化的情况下,能够建立统计意义上的数据库。AEP 是利用测量功率曲线和参考风速的频率分布计算而得,且假定风力发电机组的可利用率为 100%。

本部分规定的测量方法要求对测量功率曲线和年发电量的不确定度来源及其合成影响进行评估。

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 27043—2012 合格评定 能力验证的通用要求(ISO/IEC 17043:2010, IDT)

GB/T 33225—2016 风力发电机组 基于机舱风速计法的功率特性测试(IEC 61400-12-2:2013, IDT)

ISO 2533:1975 标准大气(Standard atmosphere)

ISO 3966:2008 封闭管道中液体流量的测量 用皮托静压管的速度面积法(Measurement of fluid flow in closed conduits—Velocity area method using Pitot static tubes)

ISO/IEC 指南 98-3:2008 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)]

ISO/IEC 17025:2005 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)

IEC 60688:2012 将交流和直流电量转换成模拟信号或数字信号用的电测量变送器(Electrical measuring transducers for converting A.C. and D.C. electrical quantities to analogue or digital signals)

IEC 61869-1:2007 互感器 第 1 部分:通用技术要求(Instrument transformers—Part 1:General requirements)

IEC 61869-2:2012 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 61869-3:2011 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)