



中华人民共和国国家标准

GB/T 33225—2025/IEC 61400-12-2:2022

代替 GB/T 33225—2016

风能发电系统 基于机舱风速计法的风力发电机组功率特性测试

Wind energy generation systems—Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry

(IEC 61400-12-2:2022, Wind energy generationsystems—Part 12-2:Power performance of electricity producing wind turbines based on nacelle anemometry, IDT)

2025-10-05 发布

2026-05-01 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 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 符号和缩略语 5

5 测试方法 8

6 功率特性测试的前期准备 9

 6.1 基本要求 9

 6.2 风力发电机组 10

 6.3 测试场地 10

 6.4 机舱风速传递函数 10

 6.5 测试计划 11

7 测试设备 11

 7.1 电功率 11

 7.2 风速 11

 7.3 风向 11

 7.4 空气密度 11

 7.5 风轮转速 12

 7.6 桨距角 12

 7.7 风力发电机组状态 12

 7.8 数据采集 12

8 测量程序 13

 8.1 基本要求 13

 8.2 风力发电机组运行 13

 8.3 数据系统同步 13

 8.4 数据收集 13

 8.5 数据质量核查 14

 8.6 数据剔除 14

 8.7 数据修正 15

 8.8 数据库 15

9 导出结果 16

 9.1 数据规格化-密度修正 16

 9.2 测量功率曲线的确定 16

9.3 年发电量 17

9.4 功率系数 18

9.5 不确定度分析 18

10 报告格式 18

附录 A (规范性) 机舱风速传递函数有效性程序 24

 A.1 总体要求 24

 A.2 测量程序 24

 A.3 地形分级和坡度 24

 A.4 测量硬件 24

 A.5 其他风力发电机组硬件 24

 A.6 风力发电机组控制 24

附录 B (规范性) 测量不确定度评估 26

 B.1 通则 26

 B.2 被测对象 26

 B.3 不确定性成分 26

 B.4 风向不确定度 27

附录 C (规范性) 区间法确定测量不确定度的理论基础 29

 C.1 概述 29

 C.2 不确定度在 NTF/NPC 测量阶段的传播 30

 C.3 A 类不确定度 32

 C.4 B 类不确定度 33

 C.5 扩展不确定度 34

附录 D (规范性) NPC 不确定度评估和计算 35

 D.1 方法与假定 35

 D.2 不确定度算例 40

附录 E (规范性) 允许的测风仪类型 42

 E.1 总体要求 42

 E.2 超声波风速计校准 42

 E.3 超声波风速计的再次校准 43

 E.4 超声波风速计和螺旋桨风速计的不确定度 43

附录 F (资料性) 结果和不确定度考量 44

 F.1 通则 44

 F.2 测量不确定度的计算方法 44

 F.3 采样不确定度计算方法 46

 F.4 合成测量和采样不确定度 47

附录 G (资料性) 多台风力发电机组 NTF/NPC 不确定度计算示例 48

 G.1 通则 48

G.2 步骤概要 48

G.3 测量不确定度计算算例 51

G.4 抽样不确定度算例 54

G.5 合成不确定度 54

G.6 抽样样本数量和不确定度讨论 54

附录 H (资料性) 测试、安全和沟通方面的组织 56

 H.1 总则 56

 H.2 对测试的责任 56

 H.3 测试期间安全 56

 H.4 沟通 56

 H.5 测试前 56

 H.6 测试期间 56

 H.7 测试后 56

参考文献 57

图 1 NPC 测试方法的流程 9

图 2 机舱功率特性测试散点图 21

图 3 区间功率曲线与不确定度带 21

图 4 实测 C_p 曲线 22

图 G.1 多台机组测试对测量不确定度的影响 55

图 G.2 多台机组测试对采样不确定度的影响 55

表 1 实测功率曲线示例 22

表 2 估算年发电量示例 23

表 B.1 机舱功率曲线评估的不确定度分量 26

表 B.2 基于机舱绝对风向的不确定度分量 28

表 C.1 抵消源示例 30

表 C.2 NPC 的 A 类、B 类不确定度列表 32

表 C.3 扩展不确定度 34

表 D.1 NPC 测量不确定度分量的评估 35

表 D.2 NPC 地形级别 $u_{v5,i}$ 的评估 37

表 D.3 风向不确定度分量的评估 38

表 D.4 机舱功率曲线(NPC)贡献因子的评估 39

表 G.1 相关性不确定度分量列表 49

表 G.2 3 台风力发电机组不确定度数据及 AEP 算例 51

表 G.3 风力发电机组 #1 的年发电量不确定度的分量贡献 51

表 G.4 跨机组不确定度分量的合成 53

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。

本文件代替 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》，与 GB/T 33225—2016 相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- 删除了地形分级(见 2016 年版的 6.3.1)；
- 删除了 RIX 指数(见 2016 年版的 6.3.2)；
- 删除了平均倾角(见 2016 年版的 6.3.3)；
- 删除了地形分级的确定(见 2016 年版的 6.3.4)；
- 删除了脊(见 2016 年版的 6.3.5)；
- 删除了机舱设备安装(见 2016 年版的附录 A)；
- 删除了测量扇区程序(见 2016 年版的附录 B)；
- 删除了机舱风速传递函数测试程序(见 2016 年版的附录 D)。

本文件等同采用 IEC 61400-12-2:2022《风能发电系统 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》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

- 为与现有标准协调，将标准名称改为《风能发电系统 基于机舱风速计法的风力发电机组功率特性测试》。

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：中国电力科学研究院有限公司、华能汕尾风力发电有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、复旦大学、中船海装风电有限公司、运达能源科技集团股份有限公司、中车山东风电有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、金风科技股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、湖南兴蓝风电有限公司、中国质量认证中心有限公司、重庆市黔江区三峡新能源发电有限公司、远景能源有限公司、华锐风电科技(集团)股份有限公司。

本文件主要起草人：秦世耀、吴叙锐、王莉娟、王安庆、朱志权、宫伟、王瑞良、李中立、庞梦芝、贾海坤、杨柳、马莉鹃、魏煜锋、汤俊、黄杰伟、王莹、白寒、张兆智、陈明亮、边伟。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 2016 年首次发布为 GB/T 33225—2016；
- 本次为第一次修订。

风能发电系统 基于机舱风速计法的 风力发电机组功率特性测试

1 范围

本文件描述了单台水平轴风力发电机组功率特性验证的方法,不包括 IEC 61400-2 涉及的小型风力发电机组。本文件在特定运行条件或合同规定不满足 IEC 61400-12-1 提出的要求的情况下使用。本文件适用于评估特定地理位置的特定风力发电机组的功率特性,也适用于对不同类型或不同设置的风力发电机组进行常规比较。

本文件旨在提供一种统一的使用机舱风速计测试、分析、报告单台风力发电机组功率特性的方法。本文件仅适用于大尺寸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特性。本文件旨在在不满足 IEC 61400-12-1 提出的要求时使用本文件提出的方法。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。

本文件描述了如何从测量功率曲线和估算年发电量方面表征风力发电机组功率特性,提供了与全场风力发电机组相关的、单机功率性能测试时不确定度计算考虑事项。本文件也提供了针对多台风力发电机组进行测试情况下合成不确定度估算的指导。

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 46242—2025 风能发电系统 功率特性测试障碍物与地形评估(IEC 61400-12-5:2022, IDT)

GB/T 46246—2025 风能发电系统 基于安装在测风塔、机舱和整流罩上的测风设备的风能资源测量(IEC 61400-50-1:2022, IDT)

ISO 2533 标准大气压(Standard Atmosphere)

注: GB/T 27418—2017 测量不确定度评定和表示(ISO/IEC Guide 98-3:2008, MOD)

ISO 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)

注: CNAS-CL01 检测和校准实验室能力认可准则(ISO 17025:2017, IDT)

ISO/IEC Guide 98-3:2008 不确定度测量 第3部分:测量不确定度表达指南(GUM:1995)[Uncertainty of measurement—Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM: 1995)]

IEC 60688 交流电量和直流电量转换为模拟信号或数字信号的电测量变送器(Electrical measuring transducers for converting AC and DC electrical quantities to analogue or digital signals)

注: 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(IEC 688:1992, IDT)

IEC 61400-12-1 风能发电系统 第12-1部分:风力发电机组功率特性测试(Wind energy generation systems—Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines)