



# 中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 44048—2024/IEC TR 61400-12-4:2020

## 风能发电系统 风力发电机组功率性能 测试的数值场标定方法

Wind energy generation systems—Numerical site calibration for power  
performance testing of wind turbines

(IEC TR 61400-12-4:2020, Wind energy generation system—Part 12-4: Numerical  
site calibration for power performance testing of wind turbines, IDT)

2024-05-28 发布

2024-12-01 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
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语、定义、缩略语和符号 .....	1
3.1 术语和定义 .....	1
3.2 缩略语 .....	1
3.3 符号和单位 .....	2
4 数值模拟方法概述 .....	4
4.1 线性流动模型 .....	4
4.2 雷诺平均纳维-斯托克斯(RANS)模型 .....	4
4.3 大涡模拟(LES)和 RANS/LES 混合模型 .....	5
5 数值流动建模应用的现有准则 .....	6
5.1 概述 .....	6
5.2 AIAA(1998)计算流体仿真验证和确认指南 .....	6
5.3 计算流体力学和传热学的验证和确认标准-ASME V&V 20-2009 .....	7
5.4 COST 732“微尺度气象模型的质量保证” .....	7
5.5 日本建筑学会准则 .....	8
5.6 VDI 3783 第 9 部分环境气象学—预测微尺度风场模式-建筑物和障碍物绕流评估 .....	8
5.7 国际能源署任务 31 尾流试验台-风场尾流基准的模型评估协议 .....	8
5.8 MEASNET—特定场址风况评估 .....	9
6 基准验证测试总结 .....	9
6.1 概述 .....	9
6.2 DEWI 循环测试在风能数值模拟中的应用 .....	9
6.3 Bolund 试验 .....	9
6.4 欧洲风能协会资源比较与发电量评估程序 I 和 II (2011,2013) .....	10
6.5 国际能源署任务 31 尾流试验台试验 .....	10
6.6 欧洲风能新图谱试验 .....	11
6.7 风预测改进项目 2 .....	11
6.8 风洞测试验证数据 .....	11
7 风能应用中基于地形进行流动模拟的重要技术 .....	12
7.1 概述 .....	12
7.2 输入地形数据的质量 .....	12

7.3	计算域	12
7.4	计算域的边界条件	12
7.5	网格参数	12
7.6	收敛准则	12
7.7	大气稳定性	12
7.8	科里奥利效应	13
7.9	障碍物影响	13
7.10	关于数值场地标定模型适用范围的建议	13
8	开放性问题	13
8.1	概述	13
8.2	从数值模拟结果确定气流校正系数以进行功率曲线测试	13
8.3	不确定度量化	14
8.4	数值场地标定程序验证活动的提案	14
	参考文献	16

## 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。

本文件等同采用 IEC TR 61400-12-4:2020《风能发电系统 第 12-4 部分：风力发电机组功率特性测试的数值场标定方法》。文件类型由 IEC 的技术报告调整为我国的国家标准化指导性技术文件。

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：金风科技股份有限公司、北京金风科创风电设备有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、中国质量认证中心、西门子歌美飒可再生能源科技(中国)有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、浙江运达风电股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、上海电气风电集团股份有限公司、中国电力科学研究院有限公司、中车山东风电有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、北京协合运维风电技术有限公司、兰州交通大学、上海能源科技发展有限公司、广东省风力发电有限公司、华润电力技术研究院有限公司、中国长江三峡集团有限公司、中国三峡新能源(集团)股份有限公司、江苏金风科技有限公司、东方电气风电股份有限公司、大唐可再生能源试验研究院有限公司、国电联合动力技术有限公司、深圳市禾望电气股份有限公司、上海海湾新能风力发电有限公司。

本文件主要起草人：孔婕、敖娟、蔡继峰、宫伟、康巍、俞黎萍、李跃、郭辰、姜婷婷、魏煜峰、石宇峰、许移庆、张黎明、薛扬、付德义、杨彦平、巫发明、陈振华、李卓群、邓屹、刘东海、卢仁宝、张学礼、袁恩来、姚加桂、陈飞、聂峰、李金缀、石浩、李媛、卢坤鹏、黄树根、梁瑞利、张家铭、姜德旭、李伟、杨天时、赵玉、张旭日、张智伟。

## 引 言

IEC 61400-12-1<sup>[1]</sup>是用于风力发电机组功率特性测量的国际标准。规定在复杂地形中需要进行场地标定,以获得测量位置和测试风力发电机组之间的流动特性关系。该方法要求除用于测量风力发电机组功率曲线的参考测风塔外,还需要在被测风力发电机组安装之前,在机位处安装一个临时测风塔。IEC 61400-12-1 方法经常在工业实践中使用,但是有如下缺点:

- 第二座测风塔的额外费用和场地标定结果的分析;
- 额外需要 3 个月以内的场地标定时间;
- 在安装风力发电机组之前,必须做出场地标定的决策。

这些缺点促使业界寻找替代方法进行场地标定。一种替代方法是利用数值模拟来推导气流校正系数,即风力发电机组位置的风速与参考测风塔位置的风速之间的关系。

在数值场地标定中,气流校正系数是通过对流动的数值模拟计算出来的。尽管消除了前面提到的一些缺点,但数值场地标定也带来了其他挑战:

- 仿真模型的依赖;
- 模型设置的依赖;
- 建模人员专业性的依赖;
- 模型不确定度的量化。

# 风能发电系统 风力发电机组功率性能 测试的数值场标定方法

## 1 范围

本文件总结了流动数值建模的现状、现有的准则和过去在数值模型验证和确认方面的基准经验。在所做工作的基础上,本文件鉴别出在风能应用中基于复杂地形进行流动模拟的重要技术,以及现有的未解决问题,包括通过基准测试进一步验证的建议。

本文件适用于风电场中风力发电机组功率特性测试场地的标定。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语、定义、缩略语和符号

### 3.1 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

### 3.2 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AIAA:美国航空航天学会(American Institute of Aeronautics and Astronautics)

ABL:大气边界层(Atmospheric Boundary Layer)

AEP:年发电量(Annual Energy Production)

AIJ:日本建筑学会(Architectural Institute of Japan)

ALEX17:2017 Alaiz 试验(Alaiz Experiment 2017)

ASME:美国机械工程学会(American Society of Mechanical Engineers)

CEDVAL:验证微尺度扩散模型的实验数据汇编(Compilation and Experimental Data for Validation of Microscale Dispersion Models)

CFD:计算流体力学(Computational Fluid Dynamics)

CHT:计算传热学(Computational Heat Transfer)

COST:欧洲科学技术合作(European Cooperation in Science and Technology)

CREYAP:资源比较和发电量评估程序(Comparative Resource and Energy Yield Assessment Procedures)

DES:分离涡模拟(Detached Eddy Simulation)

DDES:延迟分离涡模拟(Delayed Detached Eddy Simulation)

DEWI:德国风能研究所(Deutsches Windenergie-Institute)

DTU:丹麦技术大学(Danish Technical University)

EWEA:欧洲风能协会(European Wind Energy Association)