



中华人民共和国国家标准化指导性技术文件

GB/Z 44528—2024/IEC TR 61400-21-3:2019

风能发电系统 电气特性测量和 评估 风力发电机组谐波模型及应用

Wind energy generation systems—Measurement and assessment of electrical characteristics—Wind turbine harmonic model and its application

(IEC TR 61400-21-3:2019, Wind energy generation systems—
Part 21-3: Measurement and assessment of electrical characteristics—
Wind turbine harmonic model and its application, IDT)

2024-09-29 发布

2025-04-01 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、定义和缩略语	2
3.1 术语和定义	2
3.2 缩略语	5
4 概述	6
4.1 概况	6
4.2 背景	7
5 风力发电机组谐波模型基本要求建议	9
5.1 概述	9
5.2 应用场景	9
5.3 输入参数	10
5.4 谐波模型端口	10
5.5 输出变量	10
5.6 结构	10
6 与其他标准化文件交互	11
6.1 GB/T 20320—2023,附录 D 谐波评估	11
6.2 GB/T 20320—2023,附录 E 风力发电机组和风力发电场电能质量评估	11
7 谐波模型	12
7.1 原则	12
7.2 戴维南/诺顿等效电路	12
7.3 等效谐波电压/电流源	12
7.4 风力发电机组类型	14
8 验证	18
8.1 原则	18
8.2 概况	18
8.3 模型验证	18
8.4 虚拟电网	18
9 局限性	19
参考文献	20

图 1	谐波电流分量、谐波电压分量与基波电压分量之间的相角示例	2
图 2	风力发电场影响谐波性能的主要部件示意图	6
图 3	风力发电场复杂结构示例	7
图 4	风力发电场复杂电气基础设施示例	8
图 5	在图 4 规定的连接点处谐波阻抗的估算值	8
图 6	诺顿/戴维南等效电路表示的通用谐波模型结构	11
图 7	第 3 类风力发电机组主要机械和电气部件 ^[3]	15
图 8	双馈异步发电机(DFAG)谐波模型结构示例 ^[13]	16
图 9	第 4 类风力发电机组主要电气和机械部件 ^[3]	16
图 10	以戴维南等效电路和风力发电机组功率电路表示的变流器谐波模型示例 ^[9]	17
图 11	各功率区间的谐波电压比较	17
表 1	谐波电压源的示例表示/模板	13
表 2	谐波电流源的示例表示/模板	13
表 3	谐波等效阻抗的示例表示/模板	14

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 61400-21-3:2019《风能发电系统 第 21-3 部分：电气特性测量和评估 风力发电机组谐波模型及应用》。

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 电气特性测量和评估 风力发电机组谐波模型及应用》；

——为与正文引用保持一致，规范性引用文件 IEC 60050-415:1999 调整为 IEC 60050-415。

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、远景能源有限公司、运达能源科技集团股份有限公司、维斯塔斯技术研发(北京)有限公司、金风科技股份有限公司、西门子歌美飒可再生能源科技(中国)有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、中车山东风电有限公司、天津瑞源电气有限公司、国网宁夏电力有限公司电力科学研究院、深圳市禾望电气股份有限公司、东方电气风电股份有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、国电联合动力技术有限公司、江苏沿海可再生能源技术创新中心有限公司、龙源电力集团股份有限公司、国家电投集团创新投资有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、中船海装风电有限公司、阳光电源股份有限公司、上海能源科技发展有限公司、中国长江三峡集团有限公司、哈电风能有限公司、中国质量认证中心、北京鉴衡认证中心有限公司。

本文件主要起草人：秦世耀、徐婷、赵冰洁、余清清、陈强、王瑞明、陈晨、刘闯、齐琛、李跃、史俊伟、郭江涛、李钢强、王帅、焦龙、李晓锋、强喜臣、金强、王晓丹、陈党慧、刘峻岐、张冲、庞家猛、罗曼丹、汪令祥、邓屹、汤鹏、曾兴国、侯洪强、刘铎。

引 言

本文件提供一种方法,以保证并网型风力发电机组谐波模型的应用、结构和验证的一致性和准确性。

电网公司、风力发电机组开发商及业主、风力发电机组整机制造商、风力发电机组部件供应商、学术单位、科研院所、认证机构和标准化团体等风电行业相关方都有对风力发电机组谐波模型标准化的需求。

标准化谐波模型将广泛应用于陆上和海上风力发电场电气基础设施的设计、分析和优化相关的电气工程领域,包括风力发电机组谐波性能评估、系统谐波研究、电气基础设施设计和谐波抑制方案设计等。

标准化风力发电机组谐波模型作为一种性能指标,在大型海上风力发电场等涉及多方利益的工程中将发挥重要作用。电网公司、风力发电机组开发商及业主、风力发电机组制造商应对风力发电机组的谐波建模和风力发电场的谐波研究达成共识。

风能发电系统 电气特性测量和 评估 风力发电机组谐波模型及应用

1 范围

本文件为风力发电机组谐波模型的应用、结构和推荐要求提供指导原则。本文件中的谐波模型用于表征不同类型风力发电机组与所接入电网相互作用下的谐波发射特性。

本文件为风力发电机组谐波模型及应用提供技术指南,详细规定了谐波模型的应用、结构和验证等内容。本文件引入了对风力发电机组谐波特性的一致性理解,旨在使谐波模型总体概念更易于得到行业认可(例如供应商、开发商、系统运营商、学术界等)。

本文件提出了一种风力发电机组谐波模型标准化的表示方法,该谐波模型将广泛应用于陆上风电和海上风电的电气基础设施设计、分析和优化等电气工程领域。

本文件的谐波模型结构将适用于:

- 在电气基础设施设计和并网研究期间,用于评估风力发电机组的谐波性能;
- 由多台装有变流器的风力发电机组构成的现代电气系统中,用于谐波研究/分析;
- 为了优化电气基础设施(如谐振特性设计)及满足各种电网导则要求,用于有源或无源谐波滤波器设计;
- 用于计算风力发电场电气基础设施的电气特性参数(例如谐波损耗、静态无功功率补偿、电气噪声发射、谐波兼容性水平等);
- 用于评估电网背景电压畸变对风力发电机组谐波的影响;
- 用于相关方(如电网企业、发电企业、开发商等)在标准化通信接口进行风力发电机组谐波数据交互;
- 用于工程软件开发人员在通用接口进行谐波特性研究;
- 作为风力发电机组应用于学术研究和工业生产中的一种测试基准。

对于连接有不同类型风力发电机组的大型电力系统,如连接到同一海上或陆上升压站的、由不同机型组成的多集群风力发电系统,利用谐波模型对风力发电机组进行标准化谐波性能评估的优势越来越显著。

风力发电机组谐波模型覆盖到40次、50次或100次谐波范围,且根据应用需要扩展到更高的谐波次数以覆盖间谐波分量。

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(包括所有修改单)适用于本文件。

GB/T 17626.7—2017 电磁兼容 试验和测量技术 供电系统及所连设备谐波、间谐波的测量和测量仪器导则(IEC 61000-4-7:2009, IDT)

注:GB/T 17626.7—2017被引用的内容与IEC 61000-4-7:2002被引用的内容没有技术上的差异。

GB/T 20320—2023 风能发电系统 风力发电机组电气特性测量和评估方法(IEC 61400-21-1:2019, IDT)