《分布式电源和储能接入配电网电能质量仿真评估导则》编制说明

（征求意见稿）

2026 年 9 月

一、工作简况

1 任务来源

本标准由广东电网有限责任公司汕头供电局申请立项，围绕分布式电源和储能接入配电网后的电能质量预测评估需求组织制定，项目编号为 CESBZ2026010，本标准由中国电工技术学会归口，中国电工技术学会能源互联装备技术标准工作组提出，计划完成时间为 2026 年 12 月。

2 主要工作过程

起草阶段：

2025 年 7 月-8 月，由广东电网有限责任公司汕头供电局申请立项并上报标准预研说明和立项申请书，制定立项计划。

2025 年 8 月-9 月，由广东电网有限责任公司汕头供电局、清华四川能源互联网研究院、清鸾科技(成都)有限公司、南方电网数字电网科技（广东）有限公司成立**标准起草工作组**。

工作组讨论阶段：

2025 年 08 月- 11 月，启动团体标准制定工作。起草工作组严格按照《国家标准管理办法》、GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第 1 部分：标准的结构和编写》等文件的要求进行标准制定并形成工作组讨论稿。

2025 年 12 月，工作组讨论稿在标准编制工作组内部征求意见，主笔单位按照回收意见对工作组讨论稿进行了修改完善。

2025 年 12 月，中国电工技术学会能源互联装备技术标准工作组在河南郑州召开标准立项审查会议，工作组按照专家意见对工作组讨论稿进行了补充、修改和完善，并**形成征求意见稿**。

3 主要参加单位、起草人员及工作分工

牵头起草单位：广东电网有限责任公司汕头供电局、清华四川能源互联网研究院、清鸾科技（成都）有限公司、南方电网数字电网科技（广东）有限公司。

主要起草人：陈昕、王玉姬、徐伟生、周哲玲、宋炎侃、艾鹏、雷伟刚、董晓殷、林汉武。

所做的工作：广东电网有限责任公司汕头供电局负责标准总体组织、工程需求分析、电网数据与应用场景梳理、标准统稿及协调工作；清华四川能源互联网研究院负责电能质量仿真评估方法、指标计算方法和典型模型技术研究；清鸾科技（成都）有限公司负责电磁暂态模型、仿真实现和算例验证；南方电网数字电网科技（广东）有限公司在标准制定过程中提出了很多修改意见。

陈昕为本标准的主笔人，负责草案的编写、会议记录和标准的修改；王玉姬、徐伟生负责修改草案的部分细节，并且核对全文文字和技术参数的准确性，并且编制了全文的文档结构；周哲玲负责工作总会议记录及编制会议纪要；宋炎侃负责收集相关的标准，并且校核文档中引用标准的准确性；艾鹏负责团标编制过程中征集意见的汇总并且给出初步修改意见。雷伟刚、董晓殷、林汉武作为工作组成员，为本标准的编写和修改工作给予了大量的帮助。

二、标准编制原则和主要内容

1 标准编制原则

本标准从实际应用出发，充分考虑了现有相关国家标准和行业标准。编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则，注重标准的可操作性，本标准严格按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定进行编写和表述。

2 标准主要内容

本标准规定了分布式电源和储能接入配电网电能质量仿真评估的总体要求、评估流程、评估指标、数据要求、电磁暂态建模要求、指标计算方法和评估结果，适用于通过35 kV及以下电压等级并网的风电场、光伏电站和储能电站。对于10 kV及以下公用电网、容量小于6 MVA的三相屋顶光伏，可参照T/CPSS 1003—2025进行预测评估简化计算；当采用本标准进行评估时，以本标准的方法与结论为准。

标准正文共10章。第1章规定适用范围；第2章列出规范性引用文件；第3章规定术语和定义；第4章规定评估点、模型范围、运行方式、仿真步长和上级电网等值等总体要求；第5章规定从确定评估范围、收集数据、建立模型、设置工况到提取指标和形成报告的评估流程；第6章规定供电电压偏差、电压波动、闪变、谐波、电压不平衡度和频率偏

差 6 项评估指标；第 7 章规定电网、设备、运行及气象环境数据要求；第 8 章规定电网、分布式电源和储能电站的电磁暂态建模要求；第 9 章规定 6 项指标的计算与统计方法；第 10 章规定评估结果的主要内容。

第 2 章共规范性引用 13 项标准，其中引用国家标准 8 项（GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 14549、GB/T 15543、GB/T 15945、GB/T 19963、GB/T 32826、GB/T 42716）、行业标准 2 项（DL/T 1208、DL/T 1724）、团体标准 1 项（T/CPSS 1003）以及国际标准 2 项（IEC 61000-4-15、IEC 61000-4-30）。第 3 章共界定 13 项术语和定义，包括公共连接点、分布式电源、风电场、光伏电站、储能电站、频率偏差、电压偏差、电压波动、闪变、电压不平衡、不平衡度、谐波和电磁暂态仿真模型。

标准设置 6 个资料性附录。附录 A 至附录 D 分别给出光伏发电系统、直驱风机、双馈风机和电化学储能电站的典型电磁暂态仿真模型结构；附录 E 给出分布式光伏接入配电网电能质量预测评估案例；附录 F 给出评估报告的基本结构。

3 主要技术内容及确定依据

3.1 评估对象和适用范围

本标准将适用对象限定为通过 35 kV 及以下电压等级并网的风电场、光伏电站和储能电站。该范围与本标准所面向的配电网常用接入电压等级及工程应用场景相适应。

对于 10 kV 及以下公用电网、容量小于 6 MVA 的三相屋顶光伏，可按照 T/CPSS 1003—2025 开展简化预测评估；当项目需要采用详细电磁暂态模型进行评估时，按照本标准执行。

3.2 评估点和评估流程

本标准将公共连接点作为主要评估点。公共连接点是分布式电源、储能与公用电网之间进行电能质量责任划分和限值考核的共同边界，在该点开展评价有利于统一不同项目的统计口径，提高结果的可比性。

评估流程按照“明确范围—收集数据—建立模型—确定工况和限值—开展仿真—计算指标—形成报告”设置，使数据、模型、计算和结果形成闭环。

3.3 运行工况、统计时间和分段仿真

本标准要求在配电系统正常运行的最大负荷方式和最小负荷方式下开展评估。最大负荷方式重点反映负荷高、线路压降较大条件下的电压偏低风险；最小负荷方式重点反映负

荷低、分布式电源出力相对较高条件下的电压升高、反向潮流和电能质量敏感性。两类工况共同构成配电网正常运行的典型边界。

评估统计时间宜不少于 24 h，以覆盖典型日内负荷、光照、风速和储能充放电状态的变化。考虑大规模配电网连续 24 h 电磁暂态仿真的计算量较大，本标准允许将统计时间划分为若干连续运行时段，在每个运行时段内选择能够代表该时段工况的电磁暂态仿真片段。每段仿真时间不得小于相应指标规定的基本测量时间窗口，并通过各时段计算结果形成覆盖评估统计时间的指标序列。该方法兼顾了统计代表性和工程计算可行性。

3.4 数据和模型要求

数据要求覆盖电网拓扑与参数、设备参数、运行数据以及气象环境数据。运行数据和气象数据宜采用带时间戳的时序数据并统一时间基准，其采样间隔应满足运行时段划分和指标统计需要。

电磁暂态模型应覆盖对公共连接点电能质量产生不可忽略影响的电网和设备，包括线路或电缆、变压器、母线及接地、无功补偿和调压装置、分布式电源、储能、负荷、开关、测量与控制系统等。上级电网可采用显式模型或戴维南、诺顿等值模型，但应说明等值参数来源。

分布式电源和储能模型宜优先采用经运行数据或试验数据校核的厂家模型。当无法获得详细白盒模型时，可采用通用模型或黑盒模型，并通过技术资料、量测数据或试验曲线辨识关键参数，说明模型假设、适用范围和验证情况。

3.5 指标计算与评价

本标准选取供电电压偏差、电压波动、闪变、谐波、电压不平衡度和频率偏差作为主要评价指标，基本覆盖风电、光伏和储能接入后可能引起的主要电能质量问题。各指标按照现行国家标准、行业标准规定的定义、计算方法和统计原则进行计算，并与相应限值比较。

指标计算总体采用“统计时间—运行时段—基本测量窗口—统计判据”的技术路线：供电电压偏差采用 10 周波有效值及 1 min 聚合；电压波动按照 DL/T 1724 识别稳态并计算电压变动值；闪变采用 IEC 61000-4-15 规定的数字闪变算法；谐波采用 10 个工频周期窗口进行频谱计算，并形成 3s、3 min 统计结果；电压不平衡度采用正、负序基波分量计算；频率偏差采用基波频率测量结果进行统计。

3.6 评估结果和报告

评估结果除给出各项指标是否满足限值外，还应说明电网拓扑、模型及参数、运行工况、仿真设置、计算方法和限值依据。附录 F 给出报告结构，用于统一评估成果的表达方式，增强评估结果的完整性、可复核性和工程可用性。

4 与相关标准的主要技术差异

本标准为首次制定，主要技术差异包括：

（1）评估方式不同。现行电能质量评估标准主要面向运行阶段的实测数据监测评估，并网前预测评估多采用稳态分析或简化等值模型；本标准面向公共连接点，规定基于详细电磁暂态仿真模型的评估流程与方法，形成“数据—模型—仿真—指标统计—报告”的完整链路。

（2）适用对象不同。T/CPSS 1003—2025 适用于 10 kV 及以下、容量小于 6 MVA 的三相屋顶光伏的简化预测评估；本标准覆盖风电场、光伏电站及储能电站，并允许上述屋顶光伏场景采用简化方法计算，两者在适用对象与技术深度上互为补充。

（3）模型与数据口径更明确。规定最小建模范围、传输线与变压器的模型选型原则、上级电网等值及其参数来源披露要求，以及通用模型或黑盒模型的参数辨识与校核要求，提升仿真模型的透明度与评估结果的可信度。

（4）仿真组织方式更可实施。提出“评估统计时间不小于 24 h＋分段仿真（段内仿真时长不小于指标基本测量时间窗口）”的实施路径，兼顾典型日运行工况的代表性与电磁暂态仿真的计算成本。

（5）指标计算口径落地。将各指标“统计时间—运行时段—测量窗口—统计判据”的口径明确到仿真输出，并给出典型模型、评估算例与报告模板，使评估结果可比、可复现、可审查。

5 解决的主要问题

本标准重点解决以下问题：一是不同单位采用的评估边界、运行工况和技术流程不统一，导致评估结果难以比较；二是风电、光伏和储能的模型结构与控制策略差异较大，模型来源、参数和校核要求不明确；三是运行数据和气象数据的时间范围、采样间隔和时间基准不统一，影响仿真工况的代表性；四是现有电能质量限值和测量标准尚未直接给出从电磁暂态仿真波形到统计评价结果的完整实施路径；五是评估报告内容不统一，模型和参数披露不足，结果难以复核。

此外，通过给出典型模型结构、评估算例与报告模板，本标准为并网方案比选、接入前评估与并网审查提供统一依据，解决工程上“已知限值但难以用仿真落地”的问题。

三、主要试验（或验证）情况

1 验证目的与方法

为验证本标准所规定的数据准备、模型建立、分段仿真、指标计算和结果评价方法的可实施性，起草组基于某城市 10 kV 配电网屋顶光伏接入场景开展电磁暂态仿真验证。算例采用典型配电网拓扑及以 2024 年 6 月 1 日为时间索引的运行时序数据构建代表性工况，并按照本标准第 9 章规定的方法计算 6 项电能质量指标。

2 验证系统及主要参数

验证系统包括上级电网、10 kV 架空线路和电缆、多台 10 kV/0.4 kV 配电变压器、低压居民及工商业负荷，以及拟接入的屋顶光伏系统。上级电网采用戴维南等值，等值阻抗为 0.02+j0.095 Ω；10 kV 馈线总长度为 6.65 km；配电变压器容量主要为 1.6～2 MVA；负荷功率因数主要为0.97～0.99;屋顶光伏装机容量为0.5 MW;电磁暂态仿真步长为1 μs。光伏并网逆变器模型包括光伏阵列、最大功率点跟踪、直流侧变换器、网侧逆变器及其控制系统。

运行数据包括配变负载侧 24 h 有功功率和无功功率、公共连接点电压和频率，以及光伏站址环境温度和太阳辐射强度。选取 06:00—18:00 作为光伏有效出力时段，按照 15 min 间隔划分为 48 个连续运行时段；各运行时段分别构建代表性工况，每段电磁暂态仿真时间为 15 s～20 s。对于闪变，选取负荷和光伏出力变化较显著的代表性时段开展不少于 10 min 的连续仿真。

3 验证结果

仿真结果表明，在本算例所采用的配电网结构、运行方式和光伏接入容量条件下，各项电能质量指标均满足相应标准限值，具体结果见表 1。

表 1　算例验证结果与限值对比

电能质量类别	指标	仿真结果	算例采用的限值	结论
供电电压偏差	最大电压偏差	-1.4163%	±7%	合格
电压波动	稳态电压变动值	0.25%	≤3.3%	合格
电压波动	最大电压变动值	0.48%	≤4%	合格
闪变	短时间闪变值	0.1939	＜1	合格

电能质量类别	指标	仿真结果	算例采用的限值	结论
谐波	电压总谐波畸变率	1.7433%	＜4%	合格
电压不平衡	三相电压不平衡度	1.7033%	≤2%	合格
频率偏差	最大频率偏差	-0.0104 Hz	±0.2 Hz	合格

上述算例验证了本标准所提出的时序数据驱动、运行时段划分、电磁暂态分段仿真、波形指标提取和限值比较流程具有工程可实施性，能够形成覆盖典型运行时段的电能质量指标序列和评价结论。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况

本标准实施后，可为电网企业、分布式电源和储能开发运营单位、电力设计咨询单位、科研机构及仿真软件企业提供统一的电能质量仿真评估依据。通过统一评估点、数据要求、模型边界、运行工况、指标算法及报告内容，可提高不同实施主体评估结果的一致性、可比性和可追溯性。

对电网企业，可统一评估流程、数据要求与建模口径，减少不同区域评估结果不一致的问题，提高并网方案审查效率与电能质量风险预判能力；对分布式电源与储能开发运营企业，可明确建模与数据准备要求，减少重复设计与评估成本，缩短并网周期；对设计与咨询机构、仿真软件企业，可形成统一的模型基准、算法口径与报告要素，支撑仿真工具与算法优化。

在规划和设计阶段应用本标准，有利于提前识别分布式电源和储能接入可能引起的电压越限、闪变、谐波和电压不平衡等风险，为接入方案比选、设备参数选择、控制策略优化和治理措施配置提供依据，减少并网投运后的整改成本。标准同时有利于促进厂家模型、配电网数据和仿真平台之间的规范化衔接，推动电能质量评估由经验化、分散化向标准化和可复核方向发展。

六、与国际、国外相关标准的对比情况

国内现行标准已形成较为完整的电能质量限值与评估体系。GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 14549、GB/T 15543 和 GB/T 15945 分别规定了供电电压偏差、电压波动和闪变、公用电网谐波、三相电压不平衡以及电力系统频率偏差等指标的限值、测量、计算与统计要

求；DL/T 1208 和 DL/T 1724 分别规定了供电电压偏差、电压波动和闪变的评估方法。然而，上述标准尚未系统规定配电网层面基于详细电磁暂态模型的电能质量综合仿真评估流程。

国际上，IEC 61000-4-15:2010 规定了闪烁仪的功能和设计规范；IEC 61000-4-30:2025 规定了交流供电系统电能质量参数的测量及测量结果解释方法。上述标准分别侧重于电能质量测量仪器与测量方法，并未针对本标准所规定的并网前详细电磁暂态电能质量综合评估流程作出系统规定。

综上，在现有资料检索范围内，尚未发现与本标准在适用对象、技术路线和评价内容等方面完全相同的国内外标准。

七、在标准体系中的位置，与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性

本标准的制定过程中，参考了现有《GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差》、《GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变》、《GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波》、《GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡》、《GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差》等标准内容，本标准本标准的制定完全符合现行法律法规，与其具有完全协调性。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

九、标准性质的建议说明

建议本标准作为推荐性团体标准发布。本标准属于分布式电源和储能接入配电网电能质量仿真评估的技术指导文件，适用于相关单位在项目规划、接入设计、并网论证和技术研究中采用。

十、贯彻标准的要求和措施建议

建议标准发布后面向电网企业、分布式电源和储能开发运营单位、设计咨询机构、科研院所及仿真软件企业开展宣贯培训，重点说明适用范围、数据准备、模型校核、分段仿真、指标统计和报告编制要求；同步配套电磁暂态仿真模型与指标计算工具（含分段仿真组织与指标统计脚本），并明确数据提交内容与接口要求，降低标准实施门槛。

本标准对于分布式电源和储能接入配电网电能质量仿真评估具有重要的指导作用，建议电网企业、分布式电源和储能开发运营单位以此标准作为基本的依据进行并网校验和审

查，提高并网方案的有效性和可行性。

十一、废止现行相关标准的建议

无

十二、其他应予说明的事项

在文件制定中，经过专家讨论建议将标准名称由由《分布式资源接入配电网电能质量仿真评估导则》调整为《分布式电源和储能接入配电网电能质量仿真评估导则》。