

智能配电网电能质量指标测量与时序预测技术规范

(征求意见稿)

编 制 说 明

## 目 次

|   |                      |   |
|---|----------------------|---|
| 1 | 目的意义 .....           | 1 |
| 2 | 任务来源 .....           | 1 |
| 3 | 编制过程 .....           | 1 |
| 4 | 主要内容及技术指标确立 .....    | 2 |
| 5 | 重大分歧意见的处理过程和依据 ..... | 3 |
| 6 | 与相关法律法规和标准的关系 .....  | 4 |
| 7 | 推广实施建议 .....         | 4 |
| 8 | 起草单位和起草人员信息及分工 ..... | 5 |

## 1 目的意义

随着新型电力系统建设深入推进，配电网正向源网荷储多元互动的智能配电网转变。高比例分布式电源、电动汽车充换电设施、储能系统及电力电子设备接入，使电能质量呈现波动性、随机性、时变性和源荷互动特征。潮流反向、电压快速变化、逆变器功率与谐波耦合及三相不平衡动态变化等现象，要求在基础电能质量测量的基础上，加强相关运行数据的协同分析和未来状态预测。

为衔接基础电能质量测量与智能配电网预测应用，需要统一指标选取、数据质量、时序特征、多源数据融合、预测结果生成及精度评价要求。制定《智能配电网电能质量指标测量与时序预测技术规范》，可为 35kV 及以下智能配电网节点、台区、供电分区及网格等不同层级提供统一技术依据，支撑电能质量在线监测、数据分析、时序预测、综合评估及相关系统的设计、建设、验收和运行维护。

本标准的制定意义主要体现在三个方面：一是衔接基础电能质量指标与智能配电网特征指标，反映新型电力主体接入引起的动态变化和源荷耦合关系；二是规范从测量数据质量控制、特征构建到多时间尺度预测和精度评价的技术流程，提高预测结果的可比性与可追溯性；三是将预测结果用于电能质量状态评估与风险预警，为日内及日前运行分析、快速预警和中长期趋势分析提供支撑。

## 2 任务来源

本标准由江苏省电机工程学会提出并归口，标准属性为团体标准，计划类型为制定。现标准名称为《智能配电网电能质量指标测量与时序预测技术规范》，正式编号以发布文本为准。

本标准制定工作依托国网江苏省电力有限公司科技项目《基于扰动自愈控制的智能配电网电能质量耐受能力提升技术研究》开展，项目编号为 J2024062，项目起止时间为 2024 年 1 月至 2025 年 12 月，承担单位为国网江苏省电力有限公司电力科学研究院。该项目任务书将“智能配电网电能质量技术领域的团体标准 1 项”列为考核指标之一，研究内容包括柔性配电设备和源荷电能质量扰动感知技术、基于多场景驱动的智能配电网电能质量扰动风险评估和薄弱环节辨识技术、面向复杂场景的电能质量扰动快速自愈与辅助分析决策等，为本标准制定提供了技术来源和工程应用基础。

原编制说明记载，本标准于 2024 年 5 月申请江苏省电机工程学会团体标准并获批准立项，公开立项清单对应序号为第 11 项。正式立项计划文件编号及标准名称调整情况，应在报送正式稿时依据学会立项文件及相关变更材料核实补充。

## 3 编制过程

根据原编制说明记载，2024 年 6 月，南京邮电大学、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院等起草单位基于智能配电网与电能质量领域的研究积累，结合对电网企业的初步调研，开展标准编制工作。工作组围绕适用范围、规范性引用文件、术语定义、测量数据获取和分析评估等内容开展资料收集、技术比对及框架设计。

2024 年 10 月，工作组在相关机构专家指导下，梳理国内外相关标准、学术文献及工程案例，对智能配电网电能质量测量与分析需求进行研究，为后续指标体系、数据处理和预测评估条款的编制提供基础。

2025 年 1 月，工作组组织召开标准研讨会，邀请河海大学、浙江大学、重庆大学等高校专家，以及南瑞继保电气有限公司、华为数字能源技术有限公司等单位技术专家，对标准核心定位、总体框架和关键技术条款进行论证。会后，工作组吸收专家意见，完成讨论稿编写，并确定后续调研和修改工作安排。

2025 年 5 月，根据讨论稿反馈意见，工作组围绕分布式电源接入场景、测量数据获取及分析评估等技术内容开展研究，并与相关电网科研和供电单位就工程应用场景进行专题交流，为标准内容调整积累应用需求。

2025 年 11 月，为增强标准的普适性和工程适用性，工作组组织开展广泛调研，重点调研金风科技股份有限公司、阳光电源股份有限公司等新能源企业，以及宝武钢铁集团等大型电力用户，了解新能源并网、冲击性负荷接入和敏感负荷供电场景下的电能质量治理痛点。

2026 年 3 月，工作组召开线上专题咨询会，就数据中心等敏感负荷场景的适用性开展讨论。结合前期调研和咨询意见，标准内容进一步调整为以电能质量指标测量与时序预测为主线。现征求意见稿形成“测量与数据质量—特征构建与数据融合—时序预测—精度评价—状态评估与风险预警”的技术框架，相关编制说明按该框架同步修订。

后续，工作组将按照江苏省电机工程学会团体标准管理程序开展征求意见、意见汇总处理、送审稿编制和审查工作。征求意见阶段拟面向编制单位、科研院所、电网企业、新能源企业、设备制造企业、敏感负荷用户及学会团体会员发送征求意见材料，对反馈意见逐条汇总、研究和处理，并形成意见汇总处理表。送审阶段将根据征求意见处理结果形成送审稿，提交江苏省电机工程学会组织专家审查。

## 4 主要内容及技术指标确立

### 4.1 主要内容

本标准按照 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，规定智能配电网电能质量指标的分类与选取、测量与数据质量、预测特征构建与数据融合、不同时间尺度的时序预测、预测精度评价及状态评估与风险预警要求，适用于 35kV 及以下含分布式电源、电动汽车充换电设施、储能系统及电力电子设备等新型电力主体接入的智能配电网。

本标准正文共设置 9 章，包括范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、电能质量指标测量与数据质量要求、电能质量时序预测特征构建与数据融合、电能质量指标时序预测、电能质量指标时序预测精度评价、电能质量状态评估与风险预警。设置 3 个资料性附录，分别给出电能质量指标及预测特征对照、不同预测时间尺度的典型配置，以及状态评估与风险预警应用示例。附录中的配置和示例不作为强制性要求。

在测量与数据处理方面，标准规定基础电能质量指标及特征指标所需数据的测量对象、数据来源、采样率、采集间隔和时间同步要求，并明确预测数据集的历史数据长度、典型场景覆盖、时间顺序划分及数据质量控制要求。特征构建包括历史值、滞后值、滑动统计值、变化量、周期趋势和事件波动特征，并融合分布式电源、储能、电动汽车、气象、负荷和配电网运行状态数据，规范特征筛选、降维和标准化过程。

在时序预测及结果应用方面，标准设置超短期、短期和中长期预测任务，规定模型选择、输入输出、训练验证、滚动预测、模型更新及预测结果记录要求。模型可采用统计预测、机器学习或深度学习方法，不限定具体模型类型。预测结果按指标特性采用 MAE、RMSE、MAPE、预测合格率或适用的概率预测评价方法考核，并用于单指标和多指标状态判断及分级风险预警，形成从测量数据到预测应用的可追溯流程。

### 4.2 主要技术指标确立

本标准主要技术指标以基础测量标准为依据，结合智能配电网运行特征和不同预测时间尺度的数据需求确定，重点统一数据质量、预测过程、精度评价及预警输出要求。基础指标测量与相关标准衔接，预测模型、误差阈值及预警阈值根据指标特性和应用需求选取，不对不同任务规定统一算法或统一阈值。

一是衔接基础测量标准，明确指标体系。电压偏差、频率偏差、电压波动与闪变、三相电压不平衡及电压暂升暂降与短时中断测量分别与 GB/T 12325、GB/T 15945、GB/T 12326、GB/T 15543 和 GB/T 30137 衔接；监测设备及测量性能参考 GB/T 39853.1 和 GB/T 39853.2，监测点配置参考 GB/T 42154。在此基础上，设置潮流反向持续率、电压骤变率、逆变器功率-谐波耦合系数、动态三相不平衡度演化率、电能质量承载力裕度和动态电压暂降预警概率，并定义电能质量综合健康度指数（PQHI），表征动态运行特征及综合状态。

二是依据指标测量与预测需求确定采样和同步要求。基础电能质量指标测量及电压骤变等快速变化过

程分析的原始电压、电流信号采样率均不应低于 10.24 kHz，同一装置承担多项任务时应满足最高采样要求。指标序列可采用 1 min、5 min、15 min 或 1 h 等采集间隔，中长期预测可进行日尺度统计归集。稳态指标预测的多源协同数据同步误差不应大于 1 s，暂态事件分析与波形比对数据的同步误差宜小于 1 ms。原始信号采样率与预测指标序列的采集间隔分别规定，以满足测量和建模的不同需求。

三是根据预测跨度和数据代表性确定数据集要求。超短期、短期和中长期预测分别对应未来 15 min 至 1 h、1 h 至 24 h、1 d 至 1 年，其历史数据长度宜分别不少于 30 d、90 d 和 365 d。数据集应覆盖相关季节、天气、运行模式及电能质量事件，稀少场景不强制按固定比例扩充。用于预测的数据完整率应不低于 95%，关键指标连续缺失时间对上述三类任务分别不宜超过 5 min、15 min 和 3 h。真实运行异常应保留并标识，不能作为一般异常值直接剔除；历史数据总长度与模型输入窗口长度应按各自用途区分。

四是依据时序建模要求规范特征处理和预测过程。训练集、验证集和测试集按时间顺序划分，测试集不得参与模型训练及参数调整；标准化或归一化参数仅由训练集确定，特征筛选仅使用训练集，预测输入不得使用预测时刻之后的实际数据。多源数据统一时间基准和时间间隔，并保持空间、单位及数据类型一致。结合历史时序、周期趋势、事件波动与源荷储运行特征构建预测输入，按任务确定窗口长度、预测步长和模型，并记录模型版本、任务参数及数据处理标识。

五是依据预测输出特性确定精度评价要求。连续型指标宜采用平均绝对误差（MAE）、均方根误差（RMSE）或平均绝对百分比误差（MAPE）；实际值接近零时，MAPE 采用与指标量纲、测量精度和数据分布相适应的最小分母阈值。预测合格率反映满足规定预测误差要求的样本比例，考核时应明确误差阈值、预测时间尺度及步长。概率型结果采用适应概率输出特性的评价方法，不宜直接套用连续测量值的百分比误差指标。不同指标不采用完全相同的评价指标和误差阈值。

六是根据预测结果及风险程度确定状态和预警分级。电能质量状态分为正常、关注、异常三级，多指标综合评估中至少一个指标异常时，综合状态建议判为异常，并保留单项结果。风险预警分为关注、预警、严重预警三级，结合预测值、变化趋势、预计持续时间及预测可靠程度确定。预警阈值考虑指标评价要求、历史统计特征、运行场景及预测误差，并设置合理预警裕度。多步预测按时间先后输出预警，多个指标同时满足条件时可联合预警，相关结果应可追溯至测量数据、预测数据及质量标识。

## 5 重大分歧意见的处理过程和依据

根据原编制说明记载，标准编制过程中未出现重大原则性分歧意见。结合现标准内容，一般性意见的研究处理重点包括适用范围、指标体系、数据质量要求、预测时间尺度、模型选择与评价方法以及状态评估和风险预警的衔接。征求意见阶段的具体反馈及处理结论，以正式意见汇总处理表为准。

后续征求意见和送审过程中，如出现涉及标准适用范围、核心技术指标、与现行标准关系、实施可行性等方面的重大分歧，工作组将按照江苏省电机工程学会团体标准管理程序，组织起草单位、相关专家和意见提出单位开展专题论证，依据国家法律法规、现行标准、项目研究成果、工程验证情况和专家审查意见形成处理结论，并在意见汇总处理表和审查材料中予以说明。

本团体标准原牵头起草单位为国网江苏省电力有限公司电力科学研究院，现申请变更为南京邮电大学，国网江苏省电力有限公司电力科学研究院调整为主要参与起草单位。变更主要理由如下：

### 一、核心技术内容与高校科研优势高度契合

本标准涉及电能质量数据处理、多源特征融合和时序预测等技术领域，南京邮电大学在信息、通信、计算机及物联网等学科领域具有研究基础。由南京邮电大学作为牵头单位，有利于发挥其在预测方法研究、技术框架构建和实验验证方面的优势，为标准技术内容的科学性和适用性提供支撑。

### 二、优化资源配置，保障标准编制工作高效推进

为了确保标准编制工作的稳步推进，南京邮电大学已组建了由相关领域教授、青年骨干教师及研究生

构成的专项工作组，能够投入充足的科研力量和时间精力专注于标准文本的撰写、修改及征求意见工作。国网江苏省电力有限公司电力科学研究院则重点提供产业应用侧的实践经验与数据支撑，两家单位分工合作，有利于提高标准编制的效率。

### 三、 促进产学研用深度融合与标准推广

南京邮电大学作为高校，具有广泛的学术合作网络与人才培养平台。由其牵头标准制定，有利于将相关研究成果向产业界进行更开放的技术辐射，促进标准的广泛宣贯与应用。同时，国网江苏省电力有限公司电力科学研究院将继续作为核心起草单位，结合实际电力工程场景对标准条款进行应用示范和可行性验证，实现产学研用的优势互补。

## 6 与相关法律法规和标准的关系

本标准按照 GB/T 1.1—2020 规定的结构和起草规则编制，围绕智能配电网电能质量指标测量、时序预测及风险预警提出技术要求。标准实施应遵守国家现行法律法规和相关管理要求，并与电能质量基础测量标准协调衔接。

本标准规范性引用文件共 8 项，包括 GB/T 12325、GB/T 15945、GB/T 12326、GB/T 15543、GB/T 30137、GB/T 39853.1、GB/T 39853.2 和 GB/T 42154，分别涉及基础电能质量指标测量、监测设备、功能试验和不确定度要求及配电网电能质量监测。对已有标准覆盖的基础测量要求采用引用衔接方式。IEC 61000-4-4 和 IEC 61000-4-11 列于参考文献，用于相关数据异常分析和事件记录要求的参考，不列为规范性引用文件。

本标准与上述基础标准在测量对象、测量方法和设备性能方面相衔接，技术重点在于面向电能质量指标时序预测，贯通合格测量数据、时序特征和多源数据融合、预测建模、精度评价以及结果应用。标准适用于节点、台区、供电分区及网格等层级，按照预测对象和应用需求确定测量点或统计区域，不再以固定的分层扰动统计流程作为主体结构。

本标准的技术特点主要体现在：一是以基础指标与智能配电网特征指标共同支撑运行状态分析；二是明确数据质量、时间对齐和防止未来信息泄露的要求，提高预测过程的规范性；三是覆盖超短期、短期和中长期预测，允许根据任务选择适宜模型；四是将预测精度评价与状态评估、分级预警相衔接，保留单指标异常信息，为高比例分布式电源、储能、电动汽车及电力电子设备接入场景提供应用依据。

## 7 推广实施建议

标准发布后，建议首先在南京邮电大学、国网江苏省电力有限公司电力科学研究院、东南大学等起草单位及相关应用单位开展宣贯。结合标准文本和工程数据组织条文解读、技术培训及案例分析，重点推动指标测量、数据质量控制、多源特征构建、时序预测和精度评价要求在监测平台、预测系统及辅助分析软件中落实。

建议归口单位江苏省电机工程学会组织标准宣贯会、专题技术交流会和团体会员培训，面向电网企业、科研院所、高校、新能源企业、电力设备制造企业、工业用户、数据中心用户等团体会员解释标准适用范围、技术路线、核心指标和实施要点。可依托学会专业委员会、技术论坛、标准化培训和会员服务渠道，推动团体会员在新建、改造和示范工程中优先采用本标准。

建议相关管理和应用单位在 35kV 及以下智能配电网电能质量监测、新能源接入分析及敏感负荷供电保障等工作中推广应用本标准。优先选择具有分布式电源、储能或电动汽车接入的典型节点、台区及供电区域开展验证，分别考察测量与数据质量、不同时间尺度的预测精度、状态判定和预警效果。验证时明确预测对象、数据范围、误差阈值及预警依据，形成可复用的应用案例。

建议起草组持续收集编制单位、相关管理单位、学会团体会员和工程用户反馈，重点跟踪采样与同步要求、数据完整率、历史数据长度、特征可获得性、模型适用性、预测误差及预警效果。对新运行场景、

数据分布变化和模型性能下降等问题及时开展分析，结合模型更新与重新评价完善应用经验，为标准后续修订和配套技术指南编制提供依据。

8 起草单位和起草人员信息及分工

起草单位和起草人分工见表 1。

表 1 主要起草人分工表

| 序号 | 主要起草人员 | 工作单位                   | 职务职称                | 项目分工                                                                      |
|----|--------|------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 陶锴     | 南京邮电大学                 | 自动化学院实验中心主任<br>/副教授 | 负责构建标准框架结构                                                                |
| 2  | 徐俊俊    | 南京邮电大学                 | 电气系主任/副教授           | 负责标准技术内容的编写合稿、征求意见的<br>统筹                                                 |
| 3  | 周建华    | 国网江苏省电力有限公司<br>电力科学研究院 | 高级工程师               | 负责整个项目的规划、组织和协调，确保项<br>目按照既定的时间方案推进                                       |
| 4  | 蒋玮     | 东南大学                   | 合作共建办公室主任<br>/教授    | 负责分析国内外相关技术标准与文献资料，<br>开展关键技术指标的测算与验证，为指标测<br>量、时序预测及精度评价条款的制定提供技<br>术支撑。 |
| 5  | 嵇建飞    | 国网江苏省电力有限公司<br>电力科学研究院 | 高级工程师               | 负责标准文本的格式规范性审查与文字校<br>对，协助编写标准编制说明。                                       |



