

T/CMEEEA

团 体 标 准

T/CMEEEA XXXX—2025

微电网电力系统技术要求

Microgrid power system technical requirements

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2025 – XX – XX 发布

2025 – XX – XX 实施

中国机电设备工程协会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 系统功能 1

5 系统测试 2

6 系统安全 4

7 系统维护 6

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。

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××××提出。

本文件由中国机电设备工程协会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

微电网电力系统技术要求

1 范围

本文件规定了微电网电力系统的术语和定义、系统功能、系统测试、系统安全、系统维护相关技术内容。

本文件适用于各种电压等级的微电网系统。

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 2894 安全标志及其使用导则

GB/T 11022 高压交流开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB 26860 电力安全工作规程 发电厂和变电站电气部分

GB/T 33593 分布式电源并网技术要求

NB/T 33010 分布式电源接入电网运行控制规范

NB/T 33014 电化学储能系统接入配电网运行控制规范

NB/T 33029 电动汽车充电与间歇性电源协同调度技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微电网电力系统 microgrid power system

由分布式电源、储能装置、能量转换装置、负荷、监控和保护装置等组成，具备并网和独立运行能力，能够实现自我控制、保护和管理的自治发电供电系统。

3.2

孤岛 island

在外部主电网故障或计划断开时，能自动或手动转入电气隔离状态，并依靠内部分布式电源和储能系统独立运行，为网内重要负荷持续供电的工作模式。

4 系统功能

4.1 数据采集与监控

4.1.1 系统应具备多源数据实时采集能力，覆盖光伏、储能、充电桩、负荷设备、配电线路等全要素，支持秒级数据刷新。

4.1.2 应实现设备运行状态全景监控，包括但不限于发电功率、储能、负荷曲线、电网交互功率等关键参数，并提供可视化展示。

4.1.3 宜支持时序数据库存储历史数据，保留时间分辨率不低于 1 min。

4.2 优化调度与控制

4.2.1 系统应具备协同优化功能，通过预测分析实现动态调度，包括：

——光伏发电预测及负荷短期预测；

——储能充放电策略优化，支持削峰填谷、需量控制、需求侧响应等模式；

——柔性负荷的功率调节，实现有序用电。

4.2.2 应支持多目标运行策略切换，包括经济调度模式、安全稳定模式、低碳运行模式。

4.3 虚拟电厂聚合

4.3.1 系统应支持需求侧资源聚合，将分布式电源、储能、可调负荷等整合为虚拟电厂，具备参与电力市场的能力。

4.3.2 应实现与大电网的协同交互功能，包括：

- 响应电网调度指令；
- 参与辅助服务市场；
- 获取需求侧响应补贴及峰谷套利收益。

4.4 能效管理与分析

4.4.1 系统应提供多维度能效分析，包括以下指标：

- 能源利用率；
- 碳排放强度；
- 成本节约。

4.4.2 宜实现用能设备精细化管控，通过阶梯能源利用、动态调优等措施提升综合能效 $\geq 10\%$ 。

4.5 安全防护

4.5.1 应具备故障快速诊断与告警功能，支持设备异常实时推送。

4.5.2 宜配置孤岛运行能力，在主网故障时保障重要负荷持续供电。

4.5.3 应建立安全防护体系，具备数据通信加密及系统防入侵能力。

4.6 运维管理

4.6.1 系统应提供远程运维接口，支持设备状态巡检、工单管理、故障记录分析。

4.6.2 宜采用低代码平台实现运维流程定制化，降低操作复杂度。

4.6.3 应满足 GB 2894、GB/T 11022、GB 26860、GB/T 33593、NB/T 33010、NB/T 33014、NB/T 33029 的要求。

4.7 控制策略

应支持多模式控制策略管理，包括：

- 本地自动控制；
- 远程调度指令响应；
- 策略模板自定义。

5 系统测试

5.1 功能验证测试

5.1.1 数据采集与监控

数据采集与监控应满足以下要求：

- 验证多源数据采集完整性，覆盖光伏、储能、充电桩等设备，数据丢失率 $\leq 0.1\%$ ；
- 秒级数据刷新能力通过 $\pm 500\text{ ms}$ 时间戳偏差测试；
- 模拟通信中断，验证本地缓存数据补传机制。

5.1.2 优化调度功能

优化调度功能应满足以下要求：

- 协同策略测试：
 - 削峰填谷经济性；
 - 新能源波动场景下储能响应时间 $\leq 5\text{ s}$ ；
- 聚合功能测试资源动态接入时延 $\leq 30\text{ s}$ 。

5.2 性能极限测试

5.2.1 实时性

实时性见表1。

表1 实时性

序号	测试项	阈值
1	控制指令响应	≤ 2 s
2	数据处理延迟	≤ 1 s
3	孤岛切换	≤ 2 s

5.2.2 稳定性

稳定性应满足以下要求：

——72 h 连续运行满足：

- 核心服务崩溃次数=0；
- 交易成功率 $\geq 99.9\%$ ；

——在 120%设计容量下测试大数据框架吞吐量。

5.3 安全边界测试

5.3.1 故障模拟

故障模拟应满足以下要求：

——验证梯度保护动作，见表 2：

表2 验证梯度保护动作

故障类型	预期动作	时限
光伏反送功率越限	降功率10%	≤ 10 s
储能过充110%	切充电回路	≤ 0.5 s

——网络攻击场景测试：

- 伪造调度指令拦截率 $\geq 99.9\%$ ；
- 数据加密破解耗时 ≥ 24 h。

5.3.2 环境适应性

环境适应性应通过三高测试，见表3：

表3 三高测试

环境	参数	标准
高温	50°C/8h	功能无降级
低温	-30°C/8h	启动时间 ≤ 5 min
高湿	95%RH/48h	绝缘电阻 ≥ 10 M Ω

5.4 专项测试

5.4.1 市场交互

市场交互应满足以下要求：

——需求响应验证：

- 日前/实时指令接收成功率100%；
- 补贴结算数据偏差 $\leq 0.5\%$ ；

——调频等辅助服务测试响应精度 ± 0.05 Hz。

5.4.2 资源弹性测试

可模拟30%节点离线，验证聚合能力衰减率≤5%。

5.5 能效与碳效验证

能效与碳效验证应满足以下要求：
——综合能效提升率≥10%；
——碳排放强度下降≥15%。

5.6 测试管理

5.6.1 文档要求

文档应满足以下要求：
——提供：

- 原始数据记录；
- 安全渗透测试报告；

——包含鸿蒙/阿里云生态接口兼容性认证。

5.6.2 工具链要求

可采用以下要求：
——数字孪生平台模拟设备退化；
——负荷预测算法校验工具。

6 系统安全

6.1 物理安全

6.1.1 设备防护

设备防护应满足以下要求：
——储能系统配置三级安全防护：

- 电芯级：温度/电压/电流实时监控；
- 系统级：防爆泄压装置与消防联动；
- 环境级：IP 55防护外壳及±2℃温控精度。

——光伏逆变器具备直流拉弧检测功能，故障切断时间≤0.5 s。

6.1.2 环境适应

能源管控单元、物联网关等关键设备应通过-40℃~+85℃宽温测试，湿度耐受≥95% RH。

6.2 功能安全

6.2.1 故障容错

故障容错应满足以下要求：
——实现毫秒级孤岛切换：主网故障时 2 s 内独立供电，重要负荷保电时长≥4 h；
——光伏反送、储能过载等功率越限触发梯度控制：

- 一级：自动降功率（10 s内）；
- 二级：选择性切负荷（30 s内）。

6.2.2 控制安全

控制安全可选择以下方式：
——远程指令应采用三因子认证；
——动态口令（一次性密码）；
——生物特征（人脸/指纹）；

——操作员数字证书。

6.3 数据安全

6.3.1 传输加密

采集数据与控制指令应通过国密SM4/SM9算法加密，密钥更新周期 ≤ 24 h。

6.3.2 存储防护

存储防护应满足以下要求：

- 时序数据库部署于私有云，访问权限按角色分级；
- 用户支付信息在存储 6 个月后自动销毁。

6.4 网络安全

6.4.1 分层防御体系

分层防御体系见表4。

表 4 分层防御体系

层级	防护措施	要求
设备层	物联网关	白名单+端口隔离
传输层	工业防火墙	协议深度解析
应用层	API网关	每秒 ≥ 1000 次攻击抵御

6.4.2 渗透测试

渗透测试应满足以下要求：

- 每年执行攻防演练，覆盖：
- 勒索软件攻击恢复 ≤ 1 h；
- 伪造调度指令拦截率 $\geq 99.9\%$ 。

6.5 交易安全

6.5.1 区块链存证

需求响应指令、收益结算数据应上链存储，不可篡改。

6.5.2 资源可信接入

聚合节点宜采用零信任架构，动态验证设备证书与行为基线。

6.6 应急安全

6.6.1 预案分级

预案分级见表5。

表 5 预案分级

序号	事件等级	响应机制
1	I级（全网瘫痪）	启用本地黑启动电源+核心负荷保电
2	II级（数据泄露）	立即断网+启动数据溯源

6.6.2 演习要求

演习应满足以下要求：

- 每季度模拟极端场景：
- 新能源出力骤降 50%时的负荷紧急削减；

——黑客入侵平台后的攻击路径回溯。

7 系统维护

7.1 硬件维护

7.1.1 设备巡检

- 设备巡检应满足以下要求：
- 每季度对储能系统、光伏逆变器、能源管控单元进行物理状态检查，包括：
 - 散热效率；
 - 连接端子紧固度；
 - 环境适应性（高温+40℃/低温-20℃）；
 - 采用红外热成像技术检测配电线路异常发热，温差阈值设定≤15℃。

7.1.2 寿命管理

- 寿命管理应满足以下要求：
- 储能电池实时监测健康状态，当容量衰减至初始值 80%时启动更换程序；
 - 光伏组件清洁度每半年检测，灰尘覆盖率≥10%时触发自动清洗告警。

7.2 软件维护

7.2.1 系统更新

- 系统更新应满足以下要求：
- 预测算法每季度校准，模型误差率控制在≤5%；
 - 安全补丁在漏洞发布后 72 h 内完成部署。

7.2.2 数据管理

- 数据管理应满足以下要求：
- 时序数据库保留≥5 年历史数据，存储空间利用率超 85%时自动扩容；
 - 用户隐私数据在 6 个月后匿名化处理。

7.3 预防性维护

7.3.1 策略优化

- 策略优化应满足以下要求：
- 每年调整协同策略，响应最新分时电价政策；
 - 聚合参数随电力市场规则更新动态重构。

7.3.2 性能验证

综合能效提升率应每年审计，未持续≥10%时启动优化。

7.4 故障响应

7.4.1 分级处置

分级处置见表6。

表 6 分级处置

故障等级	响应时间	处置要求
一级（孤岛运行失效）	≤30 min	备用电源切入+重要负荷保电
二级（控制异常）	≤2 h	远程策略重置+本地手动覆盖
三级（数据中断）	≤4 h	通讯冗余链路切换

7.4.2 备件保障

物联网关、储能等核心模块备件库存应 $\geq$ 系统总量的10%。

7.5 智能化维护

7.5.1 工具支持

工具支持应满足以下要求：

- 提供低代码运维平台，支持工单自动派发、故障根因分析；
- 集成数字孪生技术，模拟设备退化趋势预判维护节点。

7.5.2 远程协作

移动端可实时接收告警，并授权分级操作。
