

T/GXDSL

团 体 标 准

T/GXDSL —2026

配电网柔性互联装置并网测试与运行评价 规范

Specifications for Grid-Connection Testing and Operation Evaluation of Flexible Interconnection
Devices for Distribution Networks

(工作组讨论稿)

(本草案完成时间：2026-01-29)

2026 - - 发布

2026 - - 实施

广西电子商务企业联合会 发布

目 次

前 言	II
1 引言	1
2 范围	1
3 规范性引用文件	1
4 术语和定义	2
4.1 配电网柔性互联装置	2
4.2 并网测试	2
4.3 运行评价	3
4.4 有功功率控制精度	3
4.5 无功功率调节范围	3
4.6 强迫停运	3
5 并网测试要求	3
5.1 测试通用条件	3
5.2 装置本体性能测试	4
5.3 并网接口特性测试	4
5.4 控制与保护功能测试	4
5.5 电能质量测试	5
5.6 电磁兼容性（EMC）测试	6
6 运行评价要求	6
6.1 评价周期与数据要求	6
6.2 运行可靠性评价	6
6.3 电能质量影响评价	7
6.4 能效水平评价	7
6.5 控制性能与电网支撑效果评价	8
7 评价结果与应用	8
8 附则	9

前 言

本文件依据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。

本文件由广西产学研科学研究院提出。

本文件由广西电子商务企业联合会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

本文件为首次发布。

配电网柔性互联装置并网测试与运行评价规范

1 引言

为深入贯彻落实国家“双碳”目标与新型电力系统建设战略部署，规范配电网柔性互联装置（以下简称“装置”）并网测试与运行评价工作，保障并规范装置接入配电网后全生命周期的安全、可靠、经济运行及电能质量达标，强化并发挥装置对配电网柔性调控、分布式能源消纳、网损优化及供电可靠性提升的支撑作用，助力配电网实现智能化、柔性化、高效化转型，特制定本规范。依据《中华人民共和国电力法》《中华人民共和国可再生能源法》等国家现行法律法规，结合GB、DL、NB系列电力行业现行标准及国家能源局相关管理规定，吸纳配电网柔性互联技术最新发展成果与工程应用实践经验编制而成。本规范未尽事宜，应严格遵循国家现行相关法律法规及更高层级标准的规定。

2 范围

明确规定了10（20）kV及以下电压等级配电网柔性互联装置的并网测试条件、测试项目及技术指标，运行评价周期、数据采集要求、核心评价指标及判定标准，以及评价结果的应用与监督管理要求。适用于配电网中用于馈线互联、母线联络、多电压等级互通及分布式能源协同调控的柔性互联装置（典型拓扑含背靠背变流器、共直流母线多端口变流器等）的并网测试、运行评价及监督管理工作。本规范不适用于高海拔、强腐蚀、极寒极热等特殊环境下专用柔性互联装置的并网测试与运行评价，此类装置应另行制定专项技术规范。

3 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用具有法定约束力。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单、补充规定）均适用于本文件。

GB/T 12326-2022 电能质量电压波动和闪变

GB/T 14549-2023 电能质量公用电网谐波

GB/T 15543-2023 电能质量三相电压不平衡度

GB/T 15945-2023 电能质量电力系统频率偏差

GB/T 18481-2023 电能质量暂时过电压和瞬态过电压

GB/T 19862-2023 电能质量监测设备通用要求

GB/T 30137-2022 低压静止无功发生器（SVG）

GB/T 34120-2023 柔性直流输电用电压源换流器阀电气试验

GB/T 35708-2022 电力系统通用告警格式

GB/T 40615-2021 配电网柔性互联技术导则

DL/T 448-2022 电能计量装置技术管理规程

DL/T 1937-2018 配电网柔性直流装置技术条件

NB/T 41004-2022 电力系统电力电子设备并网特性检测规程

国家能源局《电力并网运行管理规定》（国能发监管规〔2021〕60号）

国家能源局《电力辅助服务管理办法》（国能发监管规〔2021〕61号）

国家能源局《新型电力系统发展蓝皮书（2023年）》相关技术要求

国家电网有限公司/中国南方电网有限责任公司配电网运行管理规程（现行有效版本）

4 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

4.1 配电网柔性互联装置

基于电力电子变流技术与先进控制策略构建的静止型电力设备，核心功能为实现配电网不同馈线、母线、电压等级之间的柔性功率流转、双向能量交互及协同调控，可有效平抑负荷波动、提升分布式能源消纳能力、优化电网运行状态，典型拓扑包括背靠背电压源变流器（B2B-VSC）、共直流母线多端口变流器等。

4.2 并网测试

装置正式并网投运前，由具备相应资质的检测机构牵头，联合电网运营单位及装置研制单位共同开展的系统性试验验证工作，涵盖装置本体性能、并网接口特性、控制保护功能、电能质量、电磁兼容性等核心指标，是保障装置安全合规接入电网的法定前置程序。

4.3 运行评价

装置并网投运后，依据国家法律法规、行业标准及电网运行管理相关要求，结合全周期运行数据，对其可靠性、电能质量影响、能效水平、控制性能及对配电网安全稳定运行、能源优化配置的支撑效果开展的综合性评估工作，是装置性能考核、技术升级及行业推广应用的核心依据。

4.4 有功功率控制精度

装置在稳态运行工况下，实际输出有功功率与调度指令（或本地设定值）的偏差百分比，是衡量装置功率调节准确性的核心技术指标。

4.5 无功功率调节范围

在额定电压、额定频率及规定运行环境条件下，装置能够连续、稳定输出（容性）或吸收（感性）无功功率的区间，以装置额定容量的百分比表示，反映装置对电网电压支撑和无功平衡的调节能力。

4.6 强迫停运

因装置本体故障、保护误动、外部故障冲击等非计划因素导致装置停止运行，且无法通过远程控制恢复正常运行的停运状态，不包含计划性检修、调试及电网调度指令性停运情形。

5 并网测试要求

并网测试应严格遵循“安全第一、标准统一、全面覆盖、科学严谨”的基本原则，由具备国家级电力设备检测资质的机构牵头组织实施，电网运营单位、装置研制单位全程协同配合，测试结果需经各方签字确认后生效。

5.1 测试通用条件

5.1.1 装置应完成全部出厂试验项目，各项指标符合产品技术规范及本规范要求，并提供完整有效的型式试验报告、出厂试验报告、产品合格证及相关技术文件（含图纸、说明书、控制策略文档等）。

5.1.2 装置现场安装、接线及调试工作已全部完成，安装质量符合电力工程施工验收相关规范要求，现场运行环境（温度、湿度、粉尘、电磁环境等）满足装置额定运行条件，安全防护措施全面落实到位。

5.1.3 测试所用仪器仪表应经法定计量机构校准合格，且处于有效校准周期内，精度等级不低于0.5级；电能质量分析仪、功率分析仪等专用设备应符合GB/T 19862-2023及相关专业标准要求，测量范围覆盖所有测试项目指标。

5.1.4 测试前应编制详细的测试方案及安全应急预案，明确测试项目、技术标准、试验步骤、数据记录要求、安全防护措施及应急处置流程，测试方案须报属地电网调度机构及安全监管部门备案。

5.1.5 测试期间，电网运行状态保持稳定，公共连接点（PCC）电压、频率等参数符合额定运行要求，无重大电网操作及故障扰动。

5.2 装置本体性能测试

5.2.1 绝缘电阻测试：在常温常压、装置断电且充分放电条件下，采用2500V兆欧表测量各独立电路对地及电路之间的绝缘电阻，测试持续时间不少于1分钟，绝缘电阻值不应小于10 M Ω ，且无明显衰减现象。

5.2.2 介电强度测试：按照GB/T 34120-2023及产品技术规范规定的试验方法、试验电压开展测试，试验持续时间为1分钟，试验期间装置不得出现击穿、闪络及过热现象，试验后绝缘电阻值应符合本规范5.2.1条要求。

5.2.3 功率单元均压/均流测试：在额定负载稳态运行工况下，各并联功率单元的电流不均匀度应小于 $\pm 5\%$ ；各串联功率单元的电压不均匀度应小于 $\pm 3\%$ ，动态调节过程中无明显振荡。

5.2.4 损耗与效率测试：在25%、50%、75%、100%额定负载工况下，分别测量装置整体损耗及运行效率，额定负载下整机效率不应低于97.5%，50%额定负载下效率不应低于96.5%，25%额定负载下效率不应低于95%，测试结果须满足国家节能降碳相关要求。

5.2.5 温升测试：装置在额定负载下连续运行至热稳定状态（各部件温度变化率不超过1 $^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ），功率器件、电抗器、变压器、冷却系统等主要发热部件的温升不应超过其绝缘等级允许限值，且无局部过热现象。

5.3 并网接口特性测试

5.3.1 启动/停机测试：分别验证装置空载启动、带载启动（25%、50%、100%额定负载）及正常停机、紧急停机工况下的运行性能，启动/停机过程应平稳无冲击电流，引起的电网电压波动及闪变不得超过GB/T 12326-2022规定的限值。

5.3.2 并网/离网切换测试：在计划性并网、计划性离网及故障离网工况下，测试装置切换动态性能，切换过程最大瞬态电压偏差不得超过额定电压的 $\pm 10\%$ ，最大瞬态电流不得超过额定电流的1.2倍，切换时间小于100 ms，切换后装置及电网应保持稳定运行状态。

5.3.3 电压/频率适应性测试：装置在电网电压为额定电压的85%~115%、电网频率为49.5 Hz~50.5 Hz范围内，应能连续稳定运行，无脱网现象；电压偏差超出上述范围但未达到保护动作值时，装置应可通过调节维持基本运行状态，且输出功率应合理匹配电网运行状态。

5.4 控制与保护功能测试

5.4.1 有功功率控制测试：稳态精度测试：在20%~100%额定功率范围内，任意设定有功功率指令值，装置实际输出有功功率与指令值的偏差百分比应优于 $\pm 1\%$ ，稳态波动幅度不超过额定功率的 $\pm 0.5\%$ 。阶跃响应测试：有功功率给定值发生20%、50%额定功率阶跃（升/降）时，调节时间应小于200 ms，超调量应小于5%，无振荡衰减现象，响应过程中不得引发电网电能质量超标。

5.4.2 无功功率/电压控制测试：无功调节范围：装置应能在额定容量的-100%（感性）~+100%（容性）范围内连续、平滑调节无功功率，调节过程无卡顿、突变现象。电压调节精度：在电压控制模式下，装置应能将公共连接点（PCC）电压维持在设定值 $\pm 0.5\%$ 范围内，电压波动幅度不超过额定电压的 $\pm 0.2\%$ ，具备应对电网电压扰动的快速调节能力。

5.4.3 保护功能测试：装置应配置完善的保护功能，各项保护动作的正确性、速动性及可靠性须通过现场模拟试验验证，具体要求如下：过电压/欠电压保护：动作值与延时可灵活设定，设定值误差小于 $\pm 2\%$ ，动作延时应符合电网安全运行要求，动作后应可靠闭锁装置输出。过电流/短路保护：过电流动作值误差小于 $\pm 3\%$ ，短路速断保护动作时间小于20 ms，保护动作后应快速隔离故障，无扩大故障范围风险。过温/直流侧电压保护：功率器件温度达到告警阈值时应发出告警信号，达到保护阈值时应可靠停运；直流侧过电压、欠电压保护动作应准确，响应时间小于50 ms。防孤岛保护：模拟不同负载率（20%~100%）下的孤岛效应，装置应在2秒内准确检测并可靠脱离电网，保护动作正确率应为100%，无拒动、误动现象。

5.5 电能质量测试

测试装置在额定功率运行、功率阶跃（20%、50%、100%额定功率）及故障扰动恢复等工况下，对公共连接点（PCC）电能质量的影响，所有测试结果均应符合GB/T 12326-2022、GB/T 14549-2023、GB/T 15543-2023、GB/T 15945-2023等国家现行标准要求。

5.5.1 谐波电流发射：测量装置注入电网的各次谐波电流（至50次）及间谐波电流，各次谐波电流值不得超过GB/T 14549-2023规定的允许值，总谐波电流畸变率（THDi）不超过5%。

5.5.2 电压波动与闪变：装置在额定功率连续运行及功率阶跃过程中，引起的PCC点长时间闪变值（Plt）应小于0.8，短时间闪变值（Pst）应小于1.0，电压波动值（d）应小于2%。

5.5.3 三相电压不平衡度：装置在额定负载及不对称负载工况下，引起的PCC点三相电压不平衡度（负序电压不平衡度）应小于1.3%，短时（持续时间不超过1分钟）不得超过2.6%，无明显零序电压分量。

5.5.4 频率偏差：装置运行过程中，自身输出频率与电网频率偏差不超过 ± 0.05 Hz，不得引发电网频率超标。

5.6 电磁兼容性（EMC）测试

5.6.1 按照GB/T 18487.1-2015、GB/T 21437-2015及产品专用标准要求，开展传导骚扰、辐射骚扰、静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度、浪涌（冲击）抗扰度、电压暂降和短时中断抗扰度等项目测试，测试等级应符合配电网现场电磁环境要求。

5.6.2 测试过程中，装置应能正常运行，控制精度、保护性能等核心指标不得出现下降；测试后，装置不得存在部件损坏、参数漂移等问题，各项性能指标仍应符合本规范要求。

5.6.3 装置的电磁骚扰发射水平应符合国家电磁环境保护相关规定，不得对周边电力设备、通信设备及居民生活造成干扰。

6 运行评价要求

运行评价应立足新型电力系统建设总体需求，以“安全可靠、优质高效、绿色低碳”为核心评价目标，结合装置全周期运行数据，开展量化评估与定性分析，全面反映装置运行性能及对配电网的支撑价值，评价结果应客观、准确、可追溯。

6.1 评价周期与数据要求

6.1.1 运行评价周期原则上为装置正式并网投运后的第一个完整年度（自投运之日起满12个月），且需覆盖丰、平、枯负荷期及典型气象条件（高温、低温、暴雨等），确保评价工作的全面性和代表性。

6.1.2 评价数据来源应包括电网调度机构运行记录、装置本体监控系统数据、电能质量在线监测数据、电能计量数据、故障与告警记录、检修维护记录等，数据完整率应不低于99%，数据准确率应不低于99.5%。

6.1.3 核心评价数据应涵盖：装置累计运行时间、启停次数（计划/非计划）、有功/无功出力曲线及累计发电量/用电量、PCC点电压/电流/频率时序数据、谐波及闪变监测数据、故障类型及处理时长、保护动作记录、检修维护周期及内容、网损变化数据、分布式能源消纳量等。

6.1.4 数据采集与处理应符合国家电力数据安全相关管理相关要求，建立健全数据分级分类管理机制，确保数据隐私与安全，严禁任何数据篡改、伪造行为。

6.2 运行可靠性评价

运行可靠性评价核心反映装置长期稳定运行能力，各项指标应满足配电网安全稳定运行及能源持续供应要求，具体指标如下：

6.2.1 装置可用率（A）：统计周期内，装置可用率应不低于99.5%。计算公式为： $A=(1-\text{强迫停运小时数}/\text{统计期间总小时数})\times 100\%$ ；其中，强迫停运小时数指因装置本体故障、保护误动等非计划因素导致的停运时长，不包含计划性检修、调试及调度指令性停运时长。

6.2.2 平均无故障运行时间（MTBF）：统计周期内，装置平均无故障运行时间应不小于8000小时；若统计周期不足8000小时，应按实际运行时长折算，确保指标具有参考价值。

6.2.3 保护正确动作率：统计周期内，装置各类保护动作（含过压、欠压、过流、短路、防孤岛等）的正确动作次数与总动作次数的比值应达到100%，无拒动、误动现象。

6.2.4 故障恢复时长：装置发生强迫停运后，平均故障恢复时长（从故障发生至恢复正常运行时间）应不超过2小时，重大故障恢复时长应不超过4小时。

6.3 电能质量影响评价

电能质量影响评价聚焦装置运行对公共电网电能质量的扰动及改善作用，核心指标应符合国家电能质量标准及配电网优质供电要求：

6.3.1 谐波电压总畸变率（THDu）合格率：统计周期内，PCC点测量的THDu满足GB/T 14549-2023要求的时长占比应不低于99%，其中10（20）kV电压等级THDu应不超过4%。

6.3.2 电压偏差合格率：统计周期内，PCC点电压偏差满足GB/T 12326-2022要求（10（20）kV电压等级偏差范围为 $\pm 7\%$ ）的时长占比应不低于99%。

6.3.3 三相电压不平衡度合格率：统计周期内，PCC点三相电压不平衡度满足GB/T 15543-2023要求的时长占比应不低于99%，无长时间超标现象。

6.3.4 扰动贡献评价：评价周期内，装置不得成为引发电网电能质量超标的主要原因；若发生电能质量超标事件，应通过溯源分析明确责任主体及装置的扰动贡献度。

6.4 能效水平评价

能效水平评价结合国家节能降碳战略要求，综合评估装置运行效率及对配电网能效优化的贡献，具体要求如下：

6.4.1 平均运行效率：统计周期内，装置平均运行效率应结合不同负载率（25%、50%、75%、100%）的运行时长加权计算，年均运行效率不宜低于96%；其中，轻载（<30%额定功率）工况下效率不应低于90%。

6.4.2 损耗优化评价：评估装置空载损耗、轻载损耗占比，装置应具备损耗自适应优化控制功能，通过优化控制策略降低空载及轻载工况下的损耗，轻载损耗占比应不超过额定负载损耗的30%。

6.4.3 电网能效贡献：评价装置在优化配电网潮流分布、降低线路损耗、提升能源利用效率等方面的实际效果，量化分析装置投运后配电网相关区域的网损降低率，网损降低效果应符合预期设计要求。

6.5 控制性能与电网支撑效果评价

控制性能与电网支撑效果评价核心反映装置对配电网柔性调控、分布式能源消纳及供电可靠性提升的支撑能力，是装置价值评价的核心内容：

6.5.1 功率控制指令响应合格率：统计周期内，装置对电网调度指令或自动控制系统下发的有功、无功功率调节指令的响应合格率（实际输出功率与指令值偏差在 $\pm 3\%$ 范围内视为合格）应不低于98%，响应延迟时间应小于100ms。

6.5.2 电压调节效果评价：若装置承担配电网电压调节任务，统计周期内其将PCC点电压维持在合格范围内的有效调节时间占比应不低于99%，电压调节响应速度及稳定性应满足配电网电压控制要求。

6.5.3 分布式能源消纳支撑评价：量化评估装置在促进光伏、风电等分布式能源消纳方面的作用，统计分布式能源消纳量提升幅度、弃电率降低效果，消纳支撑效果应符合配电网新能源发展规划要求。

6.5.4 配电网运行优化贡献：评估装置在提升线路负载均衡度、减少供电中断时长、增强配电网故障自愈能力等方面的实际效果，出具量化分析报告；其中，线路负载均衡度应提升至80%~100%合理区间，供电中断时长应较装置投运前降低10%以上。

7 评价结果与应用

并网测试与运行评价工作完成后，应编制正式的并网测试与运行评价报告，报告内容应包括测试/评价依据、测试/评价过程、核心数据、指标达标情况、存在问题及整改建议等，报告须经检测机构、电网运营单位、装置研制单位及相关监管部门审核确认，确保报告的权威性、准确性和完整性。并网测试合格是装置获得电网接入资格的必要条件，测试不合格的装置严禁并网运行；对测试中发现的不合格项目，装置研制单位应制定专项整改方案，限期完成整改并重新申请测试，直至所有项目均符合要求。运行评价结果应纳入国家电力设备性能考核体系，作为装置生产企业信用评价、产品市场准入、政府采购及项目评优的重要依据；对评价优秀的装置及技术，由国家能源主管部门、行业协会予以推广应用。对运行评价中发现的共性技术问题、行业性缺陷及标准适配性问题，由国家能源主管部门牵头，组织科研院所、行业协会、生产企业及电网运营单位开展技术攻关、标准修订及技术规范完善工作，推动配电网柔性互联技术迭代升级，支撑新型电力系统建设。并网测试报告及运行评价报告应按规定提交至属地能源监管部门、电网运行管理部门备案，备案信息纳入全国电力设备运行监管信息平台，实现信息共享

与动态监管。装置运行评价结果应作为后续运维策略优化、技术改造及产品升级的核心依据，电网运营单位与装置研制单位应建立长效沟通机制，持续提升装置运行性能及对配电网的支撑能力。

8 附则

本标准由广西电子商务企业联合会负责解释。本标准自发布之日起试行，试行期为一年。试行期满后，根据实施反馈情况进行修订和完善。各相关单位可依据本标准制定具体的实施细则。若本标准与国家新颁布的法律法规或强制性标准有不一致之处，应以国家法律法规和强制性标准为准。本标准所引用的规范性引用文件如有更新，其最新版本适用于本标准。广西电子商务企业联合会将根据技术发展和应用需求，适时组织对本标准的复审与修订工作，以保障其持续的先进性和适用性。本标准的有效实施，有赖于各级医疗机构、主管部门、技术服务商和各相关方的共同努力，通过规范智慧医院数据互联互通共享技术，推动医疗健康数据资源有效整合与安全共享，提升医疗服务质量和效率，促进智慧医院建设规范化发展，为推进健康中国建设提供技术支撑。
