

ICS 27.180

F 19

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC 146—2018

微电网接入配电网测试规范

Specification for test of microgrid connected to distribution network

2018-01-24 发布

2018-04-01 实施

中国电力企业联合会 发布

目 次

目 次	I
前 言	III
微电网接入配电网测试规范	1
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本规定	1
5 并网测试条件	3
5.1 环境条件	3
5.2 并网测试用仪器仪表的技术要求	3
5.3 被测微电网的必备条件	4
5.4 并网测试前的准备工作	4
6 并网设备的测试	4
6.1 外观检查	4
6.2 并网开断设备的操动机构测试	4
6.3 涉网保护校验	4
6.4 监控与通信系统本地功能测试	8
7 并网功能的测试	10
7.1 离网转并网功能测试	10
7.2 并网转离网功能测试	11
7.3 交换功率控制功能测试	12
7.4 电网异常响应测试	13
7.5 低电压穿越测试	15
7.6 防孤岛保护功能测试	16
7.7 电能质量测试	16
7.8 监控与通信系统远动功能测试	17
8 测试报告	18
9 周期性测试要求	18
附录 A(规范性附录) 监控与通信系统本地功能测量准确度的测试方法	20
A.1 电流、电压基本误差测试	20

A.2	有功功率、无功功率基本误差测试	20
A.3	频率基本误差测试	20
A.4	功率因数基本误差测试	20
A.5	交流采样信号试验指标	21
附录 B	(规范性附录) 监控与通信系统远动功能数据正确性及性能的测试方法	25
B.1	遥测功能测试	25
B.2	遥信功能测试	25
附录 C	(规范性附录) 监控与通信系统远动功能数据正确性及性能的测试指标	26
附录 D	(规范性附录) 监控与通信系统远动功能的联动测试方法	27
D.1	遥控功能测试	27
D.2	遥调功能测试	27
附录 E	(资料性附录) 原始结果记录表	28
E.1	同期并网测试记录表	28
E.2	故障后恢复并网测试记录表	28
E.3	并网转离网测试记录表	29
E.4	交换功率控制功能测试记录表	29
E.5	电压异常响应测试记录表	30
E.6	低电压穿越测试记录表	31
E.7	频率异常响应测试记录表	33
E.8	防孤岛保护功能测试记录表	35
附录 F	(资料性附录) 测试报告	36

前 言

本标准按照GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由全国微电网与分布式电源并网标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：中国电力科学研究院有限公司、国网浙江省电力公司电力科学研究院、许继集团微网公司、国网福建省电力有限公司厦门供电公司。

本标准主要起草人：于辉、刘海涛、吴鸣、侯义明、季宇、苏雪源、赵波、李鹏、马红伟、苏雪源、吕志鹏、熊雄、蔺圣杰。

本标准为首次发布。

本标准在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

微电网接入配电网测试规范

1 范围

本标准规定了微电网并网测试的测试条件、测试项目和测试方法。

本标准适用于通过35kV及以下电压等级接入配电网的新建、扩建及改造并网型微电网的并网测试。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。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（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 2894 安全标志

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 15153.1-1998 远动设备及系统 第2部分:工作条件 第1篇:电源和电磁兼容性

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

GB 16179 安全标志使用导则

GB/T 17626.30 电磁兼容 试验和测量技术 电能质量测量方法

GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准

GB/T 33589-2017 微电网接入电力系统技术规定

DL/T 634.56 远动设备及系统第5-6部分: IEC 60870-5 配套标准一致性测试导则

DL/T 860.10 变电所的通信网络和系统 第10部分:一致性试验

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

微电网并网点 point of microgrid interconnection

对于有配电站的微电网，指配电站高压侧母线或节点。对于无配电站的微电网，指微电网的输入/输出汇总点。

3.2

交换功率 interchange power between microgrid and distribution network

微电网与配电网之间的功率交换，交换功率包括有功交换功率和无功交换功率。

3.3

微电网防孤岛保护 anti-islanding protection of microgrid

微电网所接入的公共电网故障、检修或其它原因造成停电时，动作于微电网并网开关跳开的保护。

4 基本规定

- 4.1 接入 35kV 及以下电压等级配电网的新建、扩建及改造微电网应按照本标准的规定进行并网测试。
- 4.2 并网测试工作应由具备相应资质或取得中国合格评定国家认可委员会（CNAS）认可的检测机构承担。
- 4.3 并网测试应遵照相关安全规程、测试程序进行，并具有相应的安全预防措施。
- 4.4 并网测试用仪器设备不宜从被测对象上接取试验用电源。
- 4.5 并网测试过程中，不应在微电网并网点所在线路及其所接入变电站进行与测试无关的操作，若遇天气恶化（如五级以上风、暴雨、雷电等），应中止测试；配电网出现异常情况或发生直接危及人身、设备和电网安全的紧急情况时，应中止测试。
- 4.6 并网测试过程中，微电网并网点的谐波电压和总谐波电流分量、电压偏差、电压波动、电压不平衡度、频率偏差应符合 GB/T 14549、GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 15543、GB/T 15945 的相应规定。
- 4.7 被测微电网的并网测试结果应满足 GB/T 33589 的相关要求。
- 4.8 并网测试方案编制依据应包括但不限于以下内容：
- 与微电网接入配电网相关的国家标准；
 - 微电网接入配电网的相关设计报告、图纸、说明书以及主要电气设备一览表；
 - 微电网主要一次设备技术参数、型式试验报告，包括发电设备、变流设备、变电设备、断路器、刀闸等。对于没有型式试验报告的低压设备，需提供质检证书；
 - 微电网能量管理、保护、监控、通信等二次系统设计技术参数、型式试验报告等；
 - 微电网施工安装及验收资料；
 - 微电网工程调试报告（记录）；
 - 设备电气试验、继电保护整定、监控调试、通信联调报告。
- 4.9 微电网并网测试前，应编制并网测试方案。并网测试方案应包括但不限于以下内容：
- 并网测试方案的编制依据；
 - 并网测试项目、方法；
 - 并网测试用仪器和仪表的名称、型号、有效期、提供方等；
 - 并网测试相关应急预案。
- 4.10 接入不同电压等级配电网的微电网，并网设备的测试项目，详见表1。

表 1 微电网并网设备测试项目表

序号	测试项目	接入 10(6)kV~35kV 电压等级配电网的微电网	接入 380V 配电网的微电网	接入 220V 配电网的微电网
1	外观检查	√	√	√
2	并网开断设备的操动机构测试	√	√	√
3	涉网保护校验	整定值校验	√	-
		涉网保护电流、电压互感器校验	√	-
		涉网保护二次回路校验	√	-
		涉网保护屏柜及装置检验	√	-
		涉网保护操作箱检验	√	-
		涉网保护整组试验	√	√
4	监控与通信系统本地功能测试	测量准确度测试	√	√
		开关量（状态量）输入测试	√	√
		遥控功能测试 ^a	√	-
		微网内事件顺序记录分辨率测试	√	-
		开关、刀闸闭锁逻辑测试	√	√

注 a：具有遥控功能的微电网做此项测试。

- 4.11 接入不同电压等级配电网的微电网，并网功能测试项目详见表 2。

表 2 微电网并网功能测试项目表

序号	测试项目	接入 10(6)kV~35kV 电压等级配电网的微电网	接入 380V 配电网的微电网	接入 220V 配电网的微电网
1	离网转并网功能测试	√	√	√
2	并网转离网功能测试	√	√	√
3	交换功率控制功能测试	√	√	-
4	电压异常响应测试	√	√	√
5	频率异常响应测试	√	-	-
6	低电压穿越测试	√	-	-
7	防孤岛保护功能测试	√	√	√
8	电能质量测试			
	谐波测试	√	√	√
	电压波动与闪变测试	√	-	-
	直流注入量测试 ^a	-	√	√
9	监控与通信系统远动功能测试 ^b	√	-	-

注 a: 微电网若经隔离变压器并网, 则可不作直流注入量测试。
注 b: 具有与公共电网通信功能的微电网做此项测试。

5 并网测试条件

5.1 环境条件

环境条件包括:

- 环境温度: $-10^{\circ}\text{C} \sim +45^{\circ}\text{C}$ (户内), $-25^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ (户外);
- 环境湿度: 相对湿度不大于 95% (无凝露);
- 无恶劣气象条件 (如五级以上风、雷电、冰雹等)。

注: 调节测试装置, 若被测微电网所处环境温度不满足上述条件时, 相关参数可根据实际情况作调整。海拔高度在 2000 米以上的, 可根据具体海拔高度, 适当调整相关环境参数。

5.2 并网测试用仪器仪表的技术要求

5.2.1 测试用仪器、仪表应通过国家有关计量检定部门的检定, 并应在检定有效期内。

5.2.2 除另有规定外, 并网测试用仪器、仪表准确度应满足下面要求:

- 一般使用仪表准确度应根据被测量的误差等级按表 3 进行选择;

表 3 仪表准确度等级

误差	<0.5%	0.5%~1.5%	1.5%~5%	$\geq 5\%$
仪表准确度	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
数字仪表准确度	6 位半	5 位半	4 位半	4 位半

- 测量相位用仪表的准确度等级应不低于 1.0 级;
- 测量温度用仪表误差不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$;
- 测量时间用仪表: 当测量时间大于 1s 时, 相对误差不大于 5/1000; 测量时间小于等于 1s 时, 测量时间仪表的分辨率应为 0.1ms;

e) 定制检验所使用的仪器、仪表的准确级应不低于 0.5 级, 其它测试仪表精度应满足相应标准要求。

5.2.3 并网测试若使用模拟电网, 模拟电网应满足下列要求:

- 可输出的短路电流应不小于被测微电网最大交换电流允许值的 20 倍;
- 谐波应小于 GB/T 14549 规定的谐波允许值的 50%;
- 稳态电压变化幅度不得超过额定电压的 $\pm 1\%$;
- 电压偏差应在额定电压的 $\pm 3\%$ 以内;
- 频率偏差应小于 $\pm 0.01\text{Hz}$, 可调节步长至少为 0.05Hz;

- f) 三相电压不平衡度应小于 1%，相位偏差应小于 1%；
- g) 中性点不接地的模拟电网，中性点位移电压应小于相电压额定值的 1%；
- h) 具有在一个周波内进行±3%额定电压的调节能力；
- i) 具有在一个周波内进行±0.1%额定频率的调节能力。

5.3 被测微电网的必备条件

被测微电网在进行并网测试时，应具备以下条件：

- a) 微电网设备按相关标准完成安装和调试；
- b) 微电网工程的设计、安装和调试的资料齐全，具备分项调试报告；
- c) 微电网工程总体调试完成，并出具工程总体调试报告；
- d) 微电网的并网测试方案已提交，并经其所接入电网运营管理方确认；
- e) 微电网项目工程建设所用的相关验收资料齐全。

5.4 并网测试前的准备工作

5.4.1 并网测试前，应根据被测微电网设备配置及运行情况，制定并网测试的安全管控方案；并网测试过程中，应针对具体测试项目采取相应的安全防护措施。

5.4.2 根据被测微电网工程的验收资料，核对微电网并网设备的一次、二次部分的安装和接线。

6 并网设备的测试

6.1 外观检查

微电网各设备外观应整齐；铭牌清晰、安装牢固；紧固螺钉无松动；电气导线无裸线，无损伤；涂漆部分的漆膜应均匀、无腐蚀、无明显裂纹、无涂层脱落和凹凸不平及划伤等现象；安全标识应符合GB 2894和GB 16179的要求。

6.2 并网开断设备的操动机构测试

微电网并网点安装的断路器、隔离开关等并网开断设备，应根据其具体的设备类型，按照GB 50150的相关规定进行操动机构测试。

6.3 涉网保护校验

6.3.1 整定值校验

6.3.1.1 微电网涉网保护的動作值及動作时间按照其所接入电网运营管理部门给定值进行整定后，方可进行涉网保护整定值校验；且应对保护的每一功能元件进行逐一检验。

6.3.1.2 涉网保护整定值的校验宜遵守如下原则：

- a) 每一套保护应单独进行整定校验。试验接线回路中的交、直流电源及时间测量连线均应直接接到被试保护屏柜的端子排上。交流电压、电流试验接线的相对极性关系应与实际运行接线中电压、电流互感器接到屏柜上的相对相位关系（折算到一次侧的相位关系）完全一致；
- b) 整定校验时，除所通入的交流电流、电压为模拟故障值并断开断路器的跳、合闸回路外，整套装置应处于与实际运行情况完全一致条件下，不得在试验过程中人为的予以改变；
- c) 装置整定的動作时间为自向保护屏柜通入模拟故障分量（电流、电压或电流及电压）至保护动作相断路器发出跳闸脉冲的全部时间；
- d) 电气特性检验项目和内容应根据检验的性质、装置的具体构成方式和動作原理拟定。

6.3.2 涉网保护电流、电压互感器校验

微电网涉网保护的电流互感器和电压互感器校验应包括但不限于以下内容：

- a) 电流互感器和电压互感器的变比、容量、准确级必须符合设计要求；
- b) 测试互感器各绕组间的极性关系，核对铭牌上的极性标识是否正确。检查互感器各次绕组的连接方式及其极性关系是否与设计符合，相别标识是否正确；
- c) 有条件时，自电流互感器的一次分相通入电流，检查工作抽头的变比及回路是否正确；
- d) 自电流互感器的二次端子箱处向负载端通入交流电流，测定回路的压降，计算电流回路每相与中性线及相间的阻抗（二次回路负载）。将所测得的阻抗值按保护的具体工作条件和制造厂家提供的出厂资料来验算是否符合互感器10%误差的要求。

6.3.3 涉网保护二次回路校验

6.3.3.1 在被保护设备的断路器、电流互感器以及电压回路与其他单元设备的回路完全断开后，方可进行二次回路校验。

6.3.3.2 电流互感器二次回路检查应包括但不限于以下内容：

- a) 检查电流互感器二次绕组所有二次接线的正确性及端子排引线螺钉压接的可靠性；
- b) 检查电流二次回路的接地点与接地状况，电流互感器的二次回路应只能有一点接地；有几组电流互感器二次回路的电流回路，应在直接电气连接处一点接地。

6.3.3.3 电压互感器二次回路检查应包括但不限于以下内容：

- a) 检查电压互感器二次绕组和三次绕组的二次回路接线的正确性，及端子排引线螺钉压接的可靠性；
- b) 经控制室中性线小母线（N600）连通的几组电压互感器二次回路，只应在控制室将 N600 一点接地，各电压互感器二次中性点在开关场的接地点应断开；为保证接地可靠，各电压互感器的中性线不得接有可能断开的熔断器（自动开关）或接触器等。独立的、与其他互感器二次回路没有直接电气联系的二次回路，可以在控制室也可以在开关场实现一点接地。来自电压互感器二次回路的 4 根开关场引入线和互感器开口三角回路的 2（3）根开关场引入线必须分开，不得共用；
- c) 检查电压互感器二次中性点在开关场的金属氧化物避雷器的安装是否符合规定；
- d) 检查电压互感器二次回路中所有熔断器（自动开关）的装设地点、熔断（脱扣）电流是否合适（自动开关的脱扣电流需通过试验确定）、质量是否良好，能否保证选择性，自动开关线圈阻抗值是否合适；
- e) 检查串联在电压回路中的熔断器（自动开关）、隔离开关及切换设备触点接触的可靠性；
- f) 测量电压回路自互感器引出端子到配电屏电压母线的每相直流电阻，并计算电压互感器在额定容量下的压降，其值不应超过额定电压的 3%。

6.3.3.4 二次回路绝缘检查应包括但不限于以下内容：

- a) 在对二次回路进行绝缘检查前，必须确认被保护设备的断路器、电流互感器全部停电，交流电压回路已在电压切换把手或分线箱处与其他回路断开，并与其他回路隔离完好后，才允许进行；
- b) 绝缘检查时，
 - 1) 试验线连接要紧固；
 - 2) 每进行一项绝缘试验后，须将试验回路对地放电；
 - 3) 对差动保护及安全自动装置，如果不可能出现被保护的所有设备都同时停电的机会时，其绝缘电阻的检验只能分段进行，即哪一个被保护单元停电，就测定这个单元所属回路的绝缘电阻。
- c) 对使用触点输出的信号回路，用 1000V 兆欧表测量电缆每芯对地及对其他各芯间的绝缘电阻，其绝缘电阻应不小于 $1M\Omega$ ；
- d) 对采用金属氧化物避雷器接地的电压互感器的二次回路，需检查其接线的正确性及金属氧化

物避雷器的工频放电电压。

6.3.3.5 二次回路检验包括但不限于以下内容：

- a) 对回路的所有部件进行观察、清扫以及必要的检修和调整。所述部件包括：与装置有关的操作把手、按钮、插头、灯座、位置指示继电器、中央信号装置，以及这些部件回路中端子排、电缆、熔断器等；
- b) 利用导通法依次经过所有中间接线端子，检查由互感器引出端子箱到操作屏柜、保护屏柜、自动装置屏柜或至分线箱的电缆回路及电缆芯的标号，并检查电缆簿的填写是否正确；
- c) 核对熔断器（和自动开关）的额定电流是否与设计相符或与所接入的负荷相适应，并满足上下级之间的配合；
- d) 检查屏柜上的设备及端子排上内部、外部连线的接线应正确，接触应牢靠，标号应完整准确，且应与图纸和运行规程相符合。检查电缆终端和沿电缆敷设路线上的电缆标牌是否正确完整，并应与设计相符；
- e) 检验直流回路确实没有寄生回路存在。检验时应根据回路设计的具体情况，用分别断开回路的一些可能在运行中打开（如熔断器、指示灯等）的设备及使回路中某些触点闭合的方法来检验；
- f) 每一套独立的装置，均应有专用于直接接到直流熔断器正负极电源的专用端子对，这一套保护的全部直流回路包括跳闸出口继电器的线圈回路，都必须且只能从这一对专用端子取得直流的正、负电源；
- g) 信号回路及设备可不进行单独的检验。

6.3.3.6 微电网改建或扩建涉及的新安装或经更改的电流、电压回路，应直接利用工作电压检查电压二次回路接线的正确性，利用负荷电流检查电流二次回路接线的正确性。

6.3.4 涉网保护屏柜及装置检验

6.3.4.1 涉网保护屏柜及装置检验时，应注意以下问题，以避免装置内部元器件损坏：

- a) 断开保护装置的电源后才允许插、拔插件，且必须有防止因静电损坏插件的措施；
- b) 用具有交流电源的电子仪器（如示波器、频率计等）测量电路参数时，电子仪器测量端子与电源侧绝缘必须良好，仪器外壳应与保护装置在同一点接地。

6.3.4.2 涉网保护屏柜及装置的外部检查，应包括但不限于以下内容：

- a) 装置的实际构成情况，如装置的配置、装置的型号、额定参数（直流电源额定电压、交流额定电流、电压等）是否与设计相符合；
- b) 主要设备、辅助设备的工艺质量，以及导线与端子采用材料的质量。装置内部的所有焊接点、插件接触的牢靠性等属于制造工艺质量的问题，主要依靠制造厂负责保证产品质量。进行新安装装置的检验时，试验人员只作抽查；
- c) 屏柜上的标志应正确完整清晰，并与图纸和运行规程相符；
- d) 检查安装在装置输入回路和电源回路的减缓电磁干扰器件和措施应符合相关标准和制造厂的技术要求。在装置检验的全过程应保持这些减缓电磁干扰器件和措施处于良好状态。

6.3.4.3 涉网保护屏柜及装置的上电检查，包括但不限于以下内容：

- a) 打开装置电源，装置应能正常工作；
- b) 按照装置技术说明书描述的方法，检查并记录装置的硬件和软件版本号等信息。

6.3.4.4 涉网保护屏柜及装置的开关输入回路检验，包括但不限于以下内容：

- a) 全部检验时，仅对已投入使用的开关量输入回路依次加入激励量，观察装置的行为；
- b) 部分检验时，可随装置的整组试验一并进行。

6.3.4.5 涉网保护屏柜及装置的输出触点及输出信号的检查，包括但不限于以下内容：

- a) 全部检验时，在装置屏柜端子排处，按照装置技术说明书规定的试验方法，依次观察装置已

投入使用的输出触点及输出信号的通断状态；

b) 部分检验时，可随装置的整组试验一并进行。

6.3.4.6 在涉网保护屏柜及装置的开关输入回路检验、输出触点及输出信号检查项目中，如果几种保护共用一组出口连接片或共用同一告警信号时，应将几种保护分别传动到出口连接片和保护屏柜端子排。如果几种保护共用同一开入量，应将此开入量分别传动至各种保护。

6.3.4.7 模数变换系统检验，包括但不限于以下内容：

a) 检验零点漂移。进行本项目检验时，要求装置不输入交流电流、电压量。观察装置在一段时间内的零漂值是否满足装置技术条件的规定。

b) 各电流、电压输入的幅值和相位精度检验：

1) 全部检验时，可仅分别输入不同幅值的电流、电压量。

2) 部分检验时，可仅分别输入额定电流、电压量。

6.3.5 涉网保护操作箱检验

6.3.5.1 涉网保护操作箱检验应注意以下事项：

a) 进行每一项试验时，试验人员须准备详细的试验方案，尽量减少断路器的操作次数；

b) 对于操作箱中的出口继电器，应进行动作电压范围的检验，其值应在 55%~70%额定电压之间。

对于其他逻辑回路的继电器，应满足 80%额定电压下可靠动作。

6.3.5.2 涉网保护操作箱的检验根据厂家调试说明书并结合现场情况进行，并重点检验下列元件及回路的正确性：

a) 防止断路器跳跃回路和三相不一致回路。如果使用断路器本体的防止断路器跳跃回路和三相不一致回路，则检查操作箱的相关回路是否满足运行要求；

b) 合闸回路、跳闸 1 回路及跳闸 2 回路的接线正确性，并保证各回路之间不存在寄生回路。

6.3.5.3 利用操作箱对断路器进行下列传动试验：

a) 断路器就地分闸、合闸传动；

b) 断路器远方分闸、合闸传动；

c) 防止断路器跳跃回路传动；

d) 断路器三相不一致回路传动；

e) 断路器操作闭锁功能检查；

f) 断路器辅助触点检查，远方、就地方式功能检查；

g) 在使用操作箱的防止断路器跳跃回路时，应检验串联接入跳合闸回路的自保持线圈，其动作电流不应大于额定跳合闸电流的 50%，线圈压降小于额定值的 5%；

h) 断路器所有信号检查。

6.3.6 涉网保护整组试验

6.3.6.1 涉网保护装置在做完每一套单独保护（元件）的整定检验后，需要将同一被保护设备的所有保护装置连在一起进行整组的检查试验，以校验各装置在故障及重合闸过程中的动作情况和保护回路的设计正确性及其调试质量。

6.3.6.2 若同一被保护设备的各套保护装置皆接于同一电流互感器二次回路，则按回路的实际接线，自电流互感器引进的第一套保护屏柜的端子排上接入试验电流、电压，以检验各套保护相互间的动作关系是否正确；如果同一被保护设备的各套保护装置分别接于不同的电流回路，则应临时将各套保护的电流回路串联后进行整组试验。

6.3.6.3 全部检验时，需要先进行每一套保护（指几种保护共用一组出口的保护总称）带模拟断路器（或带实际断路器或采用其他手段）的整组试验。每一套保护传动完成后，还需模拟各种故障，用所有保护带实际断路器进行整组试验。

6.3.6.4 部分检验时，只需用保护带实际断路器进行整组试验。

6.3.6.5 涉网保护整组试验包括如下内容：

- a) 整组试验时应检查各保护之间的配合、装置动作行为、断路器动作行为、保护启动故障录波信号、调度自动化系统信号、监控信号等正确无误；
- b) 借助于传输通道实现的纵联保护、远方跳闸等的整组试验，应与传输通道的检验一同进行。必要时，可与线路对侧的相应保护配合一起进行模拟区内、区外故障时保护动作行为的试验；
- c) 对装有重合闸装置的线路，应检查各保护及重合闸装置间的相互动作情况与设计相符合。为减少断路器的跳合次数，试验时，可用模拟断路器代替实际的断路器。使用模拟断路器时宜从操作箱出口接入，并与装置、试验器构成闭环；
- d) 将装置及重合闸装置接到实际的断路器回路中，进行必要的跳、合闸试验，以检验各有关跳、合闸回路、防止断路器跳跃回路、重合闸停用回路等相关回路动作的正确性；
- e) 在进行整组试验时，还应检验断路器、合闸线圈的压降不小于额定值的90%。

6.3.6.6 差动保护及安全自动装置的整组试验内容如下：

- a) 定期检验时允许用导通的方法证实每一断路器接线的正确性。一般情况下，差动保护及安全自动装置回路设计及接线的正确性，要根据每一项检验结果（尤其是电流互感器的极性关系）及保护本身的相互动作检验结果来判断；
- b) 微电网改建或扩建变压器、线路或回路发生变动，有条件时应利用差动保护及安全自动装置传动到断路器。

6.3.6.7 涉网保护整组试验应着重检查以下问题：

- a) 各套保护间的电压、电流回路的相别及极性是否一致；
- b) 在同一类型的故障下，应该同时动作并发出跳闸脉冲的保护，在模拟短路故障中是否均能动作，其信号指示是否正确；
- c) 有两个线圈以上的直流继电器的极性连接是否正确，对于用电流起动（或保持）的回路，其动作（或保持）性能是否可靠；
- d) 所有相互间存在闭锁关系的回路，其性能是否与设计符合；
- e) 所有在运行中需要由运行值班员操作的把手及连接片的连线、名称、位置标号是否正确，在运行过程中与这些设备有关的名称、使用条件是否一致；
- f) 各套保护在直流电源正常及异常状态下（自端子排断开其中一套保护的负电源等）是否存在寄生回路；
- g) 断路器跳、合闸回路的可靠性，对于有双跳闸线圈的断路器，应检查两跳闸接线的极性是否一致；
- h) 自动重合闸是否能确实保证按规定的方式动作并保证不发生多次重合情况。

6.3.6.8 涉网保护整组试验结束后，应在恢复接线前测量交流回路的直流电阻。

6.4 监控与通信系统本地功能测试

6.4.1 测量准确度测试

6.4.1.1 测试信号至少应包括微电网并网点电压、电流、有功功率、无功功率、功率因数、频率等模拟信号。

6.4.1.2 交流采样信号试验方法按附录 A 中 A.1、A.2、A.3、A.4 的规定执行。

6.4.1.3 交流采样信号试验指标应满足附录 A 中 A.5 的要求。

6.4.2 开关量（状态量）输入测试

6.4.2.1 测试信号至少应包括微电网并网点的并网开关状态。

6.4.2.2 测试方法如下：将状态信号模拟器接到被测微电网并网点监控装置的开关量输入端，在状态信号模拟器上拨动任何一路试验开关，则在被测微电网监控系统显示屏上应观察到对应遥信位的变化，

且与拨动的开关状态一致，重复上述试验 10 次以上。

6.4.2.3 测试指标应满足以下要求：

- a) 对用机械触点“闭合”和“断开”表示的状态量，仅考虑以无源空触点接入方式；
- b) 输入回路应有电气隔离及滤波回路，延迟时间为 10ms~100ms；
- c) 用一位码表示时：闭合对应二进制码“1”，断开对应二进制码“0”；用两位码表示时：闭合对应二进制码“10”，断开对应二进制码“01”；
- d) 状态量电压标称值见表 4；
- e) 状态量输出电流分级见表 5；
- f) 事件记录微电网内分辨率应不大于 2ms。

表 4 状态量电压标称值

单位为伏特

状态量	直流电压	交流电压
优先采用值	12	—
	24	—
	48	—
	110	—
	220	—
非优先采用值	5	24
		48
		110
		220

表 5 状态量输出电流分级

单位为安培

电流分级	状态量输出			
	直流		交流	
	最小	最大	最小	最大
1 级	—	0.1	—	0.2
2 级	0.05	0.5	0.1	1
3 级	0.10	1.0	0.2	2
4 级	0.25	2.5	0.5	5

6.4.3 遥控功能测试

6.4.3.1 测试信号至少应包括微电网并网开关分（合）闸等控制信号。

6.4.3.2 测试方法如下：在被测微电网监控系统键盘上进行遥控操作时，被测微电网并网点监控装置应有正确指示，重复上述试验 100 次以上；之后模拟故障使遥控反校失败，检查遥控执行的正确性。

6.4.3.3 测试指标要求正确率 100%，遥控命令执行传输时间 $\leq 3s$ ，该时间是指从人机界面发出遥控执行命令到控制设备控制输出接点动作的时间。

6.4.4 微电网内事件顺序记录分辨率的测试

6.4.4.1 测试方法如下：将脉冲信号模拟器的两路输出信号接至被测微电网并网点监控装置的任意两路开关量输入端，对两路脉冲信号设置一定的时间延迟，该值不大于 10ms（可调）。启动脉冲信号模拟器，这时在被测微电网监控系统上应显示出开关名称、状态及动作时间，其中开关动作应正确，重复上述试验不少于 5 次。

6.4.4.2 测试指标应满足本标准条款 6.4.2.3 的要求。

6.4.5 开关、刀闸闭锁逻辑测试

6.4.5.1 微电网并网点装设接地刀闸时，应检验接地刀闸和并网开关的闭锁逻辑。

6.4.5.2 开关刀闸闭锁应达到五防：防止误操作断路器、防止带负荷拉刀闸、防止带电接挂地线、防止带地线送电、防止误入带电间隔的功能。鉴于实现方法各不相同，本标准仅校验由测控单位实现五防的闭锁逻辑方式。此种由测控单元实现五防的闭锁逻辑，输入信号应包括：断路器、隔离刀闸、接地刀闸的全部位置信号和实现人机联系的接口。测试按以下方法进行：

- a) 防止误操作断路器的闭锁逻辑测试方法如下：
 - 1) 通过接口输入要操作的断路器代号，测控单元检验所输入的断路器代号是否正确；
 - 2) 隔离刀闸、接地刀闸均在断开位置的情况下，将断路器的操作回路接通电源，进行闭合断路器的操作，断路器应拒绝动作；
 - 3) 隔离刀闸、接地刀闸均在闭合位置的情况下，将断路器的操作回路接通电源，进行闭合断路器的操作，断路器应拒绝动作；
 - 4) 隔离刀闸处于闭合位置、接地刀闸在断开位置的情况下，将断路器的操作回路接通电源，进行闭合断路器的操作，断路器应能够闭合。
- b) 防止带负荷拉刀闸闭锁逻辑测试方法如下：
 - 1) 位置信号显示断路器处于闭合位置，且线路电流为零的情况下，进行拉开隔离刀闸的操作，隔离刀闸应拒绝动作；
 - 2) 位置信号显示断路器处于断开位置，且线路电流不为零的情况下，进行拉开隔离刀闸的操作，隔离刀闸应拒绝动作；
 - 3) 位置信号显示断路器处于断开位置，且线路电流为零的情况下，进行拉开隔离刀闸的操作，隔离刀闸应能够可靠拉开；
- c) 防止带电挂接地线的闭锁逻辑测试方法如下：
 - 1) 断路器位置信号显示断路器处于断开状态，隔离刀闸位置信号显示隔离刀闸处于闭合状态，进行闭合接地刀闸的操作，接地刀闸应拒绝动作；
 - 3) 断路器位置信号显示断路器处于断开状态，隔离刀闸位置信号显示隔离刀闸处于断开状态，且线路电流为零的情况下，进行闭合接地刀闸的操作，接地刀闸应能可靠闭合；
- d) 防止带接地线送电的闭锁逻辑测试：
 - 1) 接地刀闸处于闭合位置，且断路器处于断开位置、线路电流为零时，进行闭合隔离刀闸的操作，隔离刀闸应拒绝动作；
 - 2) 接地刀闸处于断开位置，且断路器也处于断开位置、线路电流为零时，进行闭合隔离刀闸的操作，隔离刀闸应能可靠闭合；
- e) 防止误入带电间隔的闭锁逻辑测试：
 - 1) 位置信号显示断路器、隔离刀闸处于断开位置，接地刀闸处于开断位置，执行打开间隔门的操作，间隔门应打不开；
 - 2) 位置信号显示断路器、隔离刀闸处于断开位置，接地刀闸处于合闸位置，线路电流为零的情况，执行打开间隔门的操作，间隔门应能够打开。

7 并网功能的测试

7.1 离网转并网功能测试

7.1.1 同期并网功能测试

7.1.1.1 测试微电网在离网稳定运行状态下由离网转并网的同期并网功能。

7.1.1.2 测试前应确保被测微电网所有保护装置投入，测试过程中保护不应动作。

7.1.1.3 测试方法如下：

- a) 核对相序，并将被测微电网与配电网相连；
- b) 调节被测微电网电压，使其与配电网之间的电压差值在 $\pm(10\% \sim 15\%)$ 标称电压之间；
- c) 将被测微电网的频率调至配电网的额定频率，使其误差值小于 $\pm 0.05\text{Hz}$ ，并保持3min，被测微电网应不启动同期闭合装置；
- d) 监测被测微电网并网点开关状态，对被测微电网并网点开关两侧的电压、频率以及流过并网点开关的电流进行录波；逐级降低被测微电网电压，使其与配电网之间的电压差在 $\pm 3\%$ 标称电压范围内，计算被测微电网同期所用时间、同期时被测微电网与配电网的电压差、频率差和相角差；
- e) 重复步骤b)至d)3次；
- f) 调节被测微电网的频率，使其与配电网的频率差值在 $\pm(0.3 \sim 0.5)\text{Hz}$ 之间；
- g) 调节被测微电网的电压，使其与配电网之间的电压差值小于3%标称电压，并保持3min，被测微电网应不启动同期闭合装置；
- h) 监测被测微电网并网点开关状态，对被测微电网并网点开关两侧的电压、频率以及流过并网点开关的电流进行录波；逐级降低被测微电网的频率，使其与配电网的频率差降至 $\pm 0.1\text{Hz}$ 范围内，计算被测微电网同期所用时间、同期时被测微电网与配电网的电压差、频率差和相角差；
- i) 重复步骤g)至h)3次；
- j) 微电网任一次同期操作的切换过渡过程时间均应满足GB/T 33589的规定，同时应满足以下条件：
 - 1) 被测微电网与配电网之间频率差在 $\pm 0.25\text{Hz}$ 以内；
 - 2) 被测微电网并网点开关微电网侧与配网侧的电压幅值差在 $\pm 10\%$ 标称电压以内。

7.1.2 故障后恢复并网功能测试

7.1.2.1 测试配电网故障后恢复正常运行时，微电网重新并网的功能。

7.1.2.2 被测微电网应通过电压响应测试和频率响应测试后，方可进行故障后恢复并网测试。

7.1.2.3 试验方法：

- a) 将被测微电网与配电网相连，稳定运行5min；
- b) 拉开被测微电网并网点开关的上一级开关；
- c) 对于接入220/380V配电网的微电网：
 - 1) 合上被测微电网并网点开关的上一级开关，记录该时刻为 t_1 ；
 - 2) 记录被测微电网恢复并网时刻，标记为 t_2 ；
 - 3) 计算被测微电网故障后恢复并网时间 $(t_2 - t_1)$ ；
 - 4) 重复上述测试3次，任一次故障后恢复并网时间均应满足GB/T 33589的要求。
- d) 对于接入10(6)kV~35kV电压等级配电网的微电网：
 - 1) 合上被测微电网并网点开关的上一级开关，连续运行5min，在此期间被测微电网应不自动并网；
 - 2) 向被测微电网发出并网指令，记录指令发出时刻 t_3 ；
 - 3) 记录被测微电网恢复并网时刻 t_4 ；
 - 4) 计算被测微电网接到指令后并网响应时间 $(t_4 - t_3)$ ；
 - 5) 重复上述测试3次，任一次在没有接到并网指令前出现并网情况。

7.2 并网转离网功能测试

7.2.1 测试微电网在配电网正常运行情况下按计划断开与配电网连接的功能。

7.2.2 测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连，正常运行条件下连续运行 5min；
- b) 向被测微电网下发离网指令，记录被测微电网控制系统下发离网指令的时刻，标记为 t_1 ；
- c) 记录被测微电网与配电网断开连接的时刻，标记为 t_2 ；
- d) 记录被测微电网离网期间(t_1 时刻与 t_2 时刻之间)微电网并网点系统侧的电压和频率波动情况，并对微电网与配电网联络线交换功率变化情况进行录波；
- e) 计算微电网离网所用时间 t_{off} ， $t_{\text{off}} = t_2 - t_1$ ；
- f) 重复上述测试 3 次，任一次微电网离网所用时间及并网点电能质量均应满足 GB/T 33589 的要求；

7.3 交换功率控制功能测试

7.3.1 有功交换功率控制功能测试

7.3.1.1 测试微电网响应配电网有功功率调节指令的能力，包括响应时间和响应程度的测试。

7.3.1.2 微电网输出有功功率功能测试

应以被测微电网有功交换功率最大允许输出值为基准进行测试，受测试现场环境条件限制，被测微电网输出有功功率无法达到有功交换功率最大允许输出值时，则以现场测试环境条件下有功交换功率最大可输出值为基准进行测试，但该基准值不可小于有功交换功率最大允许输出值的 50%。测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连；
- b) 测试过程中，被测微电网并网点功率因数应在规定范围内；
- c) 设置被测微电网输出有功功率为有功交换功率最大允许输出值的 75%，连续运行 5min，然后将被测微电网输出有功功率降至有功交换功率最大允许输出值的 10%；
- d) 逐级升高被测微电网输出有功功率分别至有功交换功率最大允许输出值的 50%、75%、100%，记录输出有功功率逐级增加过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- e) 设置被测微电网输出有功功率为有功交换功率最大允许输出值的 100%，连续运行 5min；
- f) 逐级降低被测微电网输出有功功率分别至有功交换功率最大允许输出值的 75%、50%、10%，记录被测微电网输出有功功率逐级降低过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- g) 重复试验 3 次；任一次微电网实际输出有功功率与设定值之间误差超过设定值的 10%。

7.3.1.3 微电网吸收有功功率功能测试

应以被测微电网有功交换功率最大允许输入值为基准进行测试，受测试现场环境条件限制，被测微电网吸收有功功率无法达到有功交换功率最大允许输入值时，则以现场测试环境条件下有功交换功率最大可吸收值为基准进行测试，但该基准值不可小于有功交换功率最大允许输入值的 50%。测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连；
- b) 测试过程中，被测微电网并网点功率因数应在规定范围内；
- c) 设置被测微电网吸收有功功率为有功交换功率最大允许输入值的 75%，连续运行 5min，然后将被测微电网吸收有功功率降至有功交换功率最大允许输入值的 10%；
- d) 逐级升高被测微电网吸收有功功率分别至有功交换功率最大允许输入值的 50%、75%、100%，记录被测微电网吸收有功功率逐级增加过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- e) 设置被测微电网吸收有功功率为有功交换功率最大允许输入值的 100%，连续运行 5min；
- f) 逐级降低被测微电网吸收有功功率分别至有功交换功率最大允许输入值的 75%、50%、10%，记录吸收有功功率逐级降低过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；

- g) 重复试验 3 次；任一次微电网实际吸收有功功率与设定值之间误差超过设定值的 10%。

7.3.2 无功交换功率控制功能测试

7.3.2.1 测试微电网响应配电网无功功率调节指令的能力，包括响应时间和响应程度的测试。

7.3.2.2 微电网输出无功功率功能测试

应以被测微电网无功交换功率最大允许输出值为基准进行测试，现场测试时，被测微电网输出无功功率达到无功交换功率最大允许输出值会导致被测微电网并网点电压偏差超出 GB/T 12325 规定范围时，则以被测微电网并网点电压偏差不超出 GB/T 12325 规定范围条件下无功交换功率最大可输出值为基准进行测试，但该基准值不可小于无功交换功率最大允许输出值的 50%。测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连；
- b) 测试过程中，被测微电网并网点功率因数应在规定范围内，且并网点电压偏差值应在 GB/T 12325 规定的允许值范围内；
- c) 设置被测微电网输出无功功率为无功交换功率最大允许输出值的 100%，连续运行 5min；
- d) 逐级降低被测微电网输出无功功率分别至无功交换功率最大允许输出值的 75%、50%、10%，记录被测微电网输出无功功率逐级降低过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- e) 设置被测微电网输出无功功率为无功交换功率最大允许输出值的 75%，连续运行 5min，然后将被测微电网输出无功功率降至无功交换功率最大允许输出值的 10%；
- f) 逐级升高被测微电网输出无功功率分别至无功交换功率最大允许输出值的 50%、75%、100%，记录被测微电网输出无功功率逐级增加过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- g) 重复试验 3 次；任一次微电网实际输出无功功率与设定值之间误差超过设定值的 10%。

7.3.2.3 微电网吸收无功功率功能测试

应以被测微电网无功交换功率最大允许输入值为基准进行测试，现场测试时，被测微电网吸收无功功率达到无功交换功率最大允许输入值会导致被测微电网并网点电压偏差超出 GB/T 12325 规定范围时，则以被测微电网并网点电压偏差不超出 GB/T 12325 规定范围条件下无功交换功率最大可输入值为基准进行测试，但该基准值不可小于无功交换功率最大允许输入值的 50%。测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连；
- b) 测试过程中，被测微电网并网点功率因数应在规定范围内，且并网点电压偏差值应在 GB/T 12325 规定的允许值范围内；
- c) 设置被测微电网吸收无功功率为无功交换功率最大允许输入值的 100%，连续运行 5min；
- d) 逐级降低被测微电网吸收无功功率分别至无功交换功率最大允许输入值的 75%、50%、10%，记录被测微电网吸收无功功率逐级降低过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- e) 设置被测微电网吸收无功功率为无功交换功率最大允许输入值的 75%，连续运行 5min，然后将被测微电网吸收无功功率降至无功交换功率最大允许输入值的 10%；
- f) 逐级升高被测微电网吸收无功功率分别至无功交换功率最大允许输入值的⁴的 50%、75%、100%，记录被测微电网吸收无功功率逐级增加过程中发出指令时间、被测微电网达到的功率值及达到时间；
- g) 重复试验 3 次；任一次微电网实际吸收无功功率与设定值之间误差超过设定值的 10%。

7.4 电网异常响应测试

7.4.1 测试配电网侧出现电压或频率异常情况下并网微电网的响应特性，包括电压异常响应测试和频率异常响应测试。

7.4.2 电网异常响应可以用模拟电网测试，也可从测量和控制的输入端子通入模拟异常分量（电压、频率）进行测试。

7.4.3 电压异常响应测试

测试方法如下：

- a) 设置被测微电网电压异常响应动作值；
- b) 将被测微电网与模拟电网相连，模拟电网的频率、电压参数调至被测微电网正常工作条件下，被测微电网稳定运行 5min，应无跳闸现象；
- c) 接入 220/380V 配电网的微电网：
 - 1) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压低于 $98\%U_1$ ，等待 3~5s，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_1 （如表 6 所示）；
 - 2) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压至 $(U_1 \sim U_2)$ 范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_2 （如表 6 所示）；
 - 3) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压至 $(U_2 \sim U_3)$ 范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，分别连续运行 5min，应无跳闸现象；
 - 4) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压至 $(U_3 \sim U_4)$ 范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_3 （如表 6 所示）；
 - 5) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压高于 $102\%U_4$ ，等待 3~5s，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_4 （如表 6 所示）；
 - 6) 每个测试点要求分别测试 3 次，任一次测量结果应满足 GB/T 33589 的规定。

表 6 电压异常响应要求

并网点电压	要求
$U < U_1$	切换时间不超过 t_1
$U_1 \leq U < U_2$	切换时间不超过 t_2
$U_2 \leq U < U_3$	正常运行。
$U_3 \leq U < U_4$	切换时间不超过 t_3
$U_4 \leq U$	切换时间不超过 t_4
注1: U 为微电网并网点电压；	
注2: U_1 、 U_2 、 U_3 、 U_4 的取值按GB/T 33589的要求取值，其中 U_1 、 U_2 低于微电网并网点额定电压， U_3 、 U_4 高于微电网并网点额定电压；	
注3: 切换时间是指配电网异常状态发生到微电网完成从并网模式切换到离网模式所用时间。	

- d) 接入 10（6）kV~35kV 配电网的微电网：
 - 1) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压至 $(U_3 \sim U_4)$ 范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_3 （如表 6 所示）；
 - 2) 调节测试装置，使被测微电网并网点电压高于 $102\%U_4$ ，等待 3s~5s，记录被测微电网并网转离网切换时间，切换时间应小于 t_4 （如表 6 所示）；
 - 3) 每个测试点要求分别测试 3 次，任一次测量结果应满足 GB/T 33589 的规定。

7.4.4 频率异常响应测试

测试方法如下：

- a) 设置被测微电网频率异常响应动作值；
- b) 将被测微电网与模拟电网相连，模拟电网的频率、电压参数调至被测微电网正常工作条件下，连续运行 5min，应无跳闸现象；
- c) 接入 220/380V 配电网的微电网：
 - 1) 调节模拟配电网，使频率在（49.5Hz~50.2Hz）范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，分别连续运行 5min，应无跳闸现象；
 - 2) 调节模拟配电网，使频率分别低于 49.48Hz、高于 50.22Hz，分别记录被测微电网并网点开关断开的时间以及断开时对应的频率。
- d) 接入 10（6）kV~35kV 电压等级配电网的微电网：
 - 1) 调节测试装置，使频率低于（ $f_1-0.02\text{Hz}$ ）（如表 7 所示），分别记录被测微电网并网点开关断开时间以及断开时对应的频率。
 - 2) 调节测试装置，使频率处于（ $f_1\sim f_2$ ）（如表 7 所示）范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，分别连续运行 t 时间（t 的取值如表 7 所示），对被测微电网交换功率变化情况进行录波，被测微电网的响应应满足表 7 的要求；
 - 3) 调节测试装置，使频率处于（ $f_2\sim f_3$ ）（如表 7 所示）范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，分别连续运行 5min，应无跳闸现象；
 - 4) 调节测试装置，使频率处于（ $f_3\sim f_4$ ）（如表 7 所示）范围内，在该范围内至少选择 3 个测试点、且其中 2 个测试点是临界点，对被测微电网交换功率变化情况进行录波，被测微电网的响应应满足表 7 的要求；
 - 5) 调节测试装置，使频率高于（ $f_4+0.02\text{Hz}$ ）（如表 7 所示），分别记录被测微电网并网点开关断开时间以及断开时对应的频率。
- e) 每个测试点要求分别测试 3 次，任一次测量结果应满足 GB/T 33589 的规定。

表 7 频率异常响应要求

频率范围	要求
$f < f_1$	微电网应立即与配电网断开连接。
$f_1 \leq f < f_2$	每次低于 f_2 时要求至少能运行时长t，微电网应停止从电网吸收有功功率并尽可能发出有功功率。
$f_2 \leq f \leq f_3$	正常运行。
$f_3 < f \leq f_4$	微电网应停止从电网发送有功功率并尽可能吸收有功功率
$f_4 < f$	微电网可立即由并网模式切换到离网模式

注： f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 、t按GB/T 33589定的规定取值，其中 f_1 、 f_2 低于电网额定频率， f_3 、 f_4 高于电网额定频率；

7.5 低电压穿越测试

7.5.1 测试接入 10（6）kV~35kV 电压等级配电网的微电网的低电压穿越能力。

7.5.2 被测微电网经升压变压器与配电网相连时，测试点位于升压变压器和配电网之间。

7.5.3 测试方法如下：

- a) 设置被测微电网参数为额定参数，并稳定运行 5min 后，开始测试；
- b) 被测微电网有功输出功率为（10% ~30%）允许值的工况下进行测试；
- c) 调节低电压穿越测试装置，模拟三相跌落测试；
- d) 电压跌落点在 $U_{L1}\sim U_{L2}$ 之间均匀选择 7 个跌落点且包括 2 个极值点 U_{L1} 和 U_{L2} （ U_{L1} 是低电压穿越

的电压最低跌落点， U_{L2} 为正常工作电压的最低值)；

- e) 每个跌落点做两次跌落测试，记录断开时间。选择每个跌落点的断开时间较小值，作如图 1 所示的低电压运行曲线。T1 对应于跌落电压为 U_{L1} 的被测微电网保持联网时间。图中曲线上侧表示被测微电网能够不脱网连续运行的区域，曲线下侧为被测微电网从配电网脱离的区域。

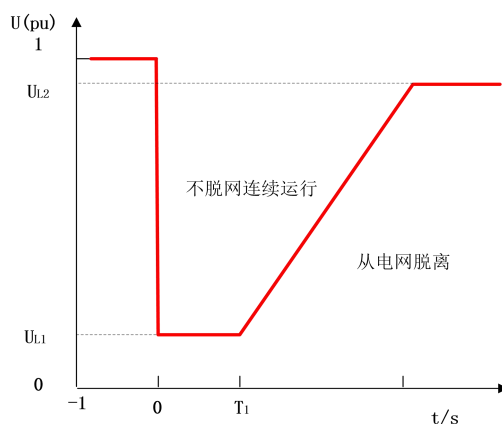


图 1 低电压穿越曲线

- f) 重新调节低电压穿越测试装置进行 AB、BC、CA 相间电压跌落测试。重复步骤 d) ~e)；
 g) 设置被测微电网有功输出功率为大于 70%允许值的工况，重复步骤 c) ~f)；
 h) 各项测试均做 2 次；
 i) 依据测试结果绘制的低电压穿越曲线在规定的低电压穿越曲线的 $\pm 2\%$ 包络线以内，则合格。

7.6 防孤岛保护功能测试

7.6.1 配电网失电而微电网独立运行时，测试微电网防孤岛保护断开并网点开关的功能。

7.6.2 测试方法如下：

- 将被测微电网与配电网相连，所有参数调至被测微电网正常工作条件；
- 调节微电网与配电网之间联络线交换功率，直至联络线交换功率小于微电网与配电网之间有功交换功率最大允许输出值的 1%或最大允许输入值的 1%中的最小者、接近零为止；
- 拉开被测微电网并网点开关的上一级开关，并记录开关断开时刻 t_1 ；
- 记录微电网并网点开关断开时刻 t_2 ；
- 计算被测微电网防孤岛保护响应时间 ($t_2 - t_1$)；
- 试验重复 3 次，任一次响应时间应不超过 2s。

7.7 电能质量测试

7.7.1 电能质量测试点为微电网并网点。测试前，微电网并网点的配电网侧电能质量指标应满足 GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 15543、GB/T 14549 和 GB/T 24337 的要求。

7.7.2 电能质量测试分析仪应满足 GB/T 17626.30 规定的测量和计算方法，测试仪器精度应满足 A 类要求。

7.7.3 谐波测试

7.7.3.1 测试前，应对被测试微电网并网点的配电网侧电网背景谐波进行测试。

7.7.3.2 测试指标包括 A、B、C 三相 2 次至 25 次谐波电流值，2 次至 40 次谐波电压含有率及总畸变率 (THDu%)。

7.7.3.3 测试数据记录宜采用 GB/T 17626.30 规定的 3 秒 (150 周波) 数据类型。

7.7.3.4 测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连，所有参数调至被测微电网正常工作条件；
- b) 对于接入 10（6）kV~35kV 电压等级配电网的微电网，逐级调节被测微电网输出电流分别至现场测试环境下可输出电流最大值的 33%、66%、100%，被测微电网输出功率波动范围应小于±5%，每一状态至少记录 200 组测试数据，结果取方均根值；
- c) 对于接入 220/380V 配电网的微电网，调节被测微电网输出电流使其介于现场测试环境下可输出电流最大值的（70%~100%）之间，至少记录 200 组测试数据，结果取方均根值。
- d) 现场测试环境下可输出电流最大值应不小于微电网有功交换功率最大允许输出值对应电流的 30%。

7.7.3.5 测试结果应满足 GB/T 14549 的规定。

7.7.4 电压波动与闪变测试

7.7.4.1 测试指标包括 A、B、C 三相短时间闪变 P_{st} 、长时间闪变 P_{lt} 和电压半波有效值。

7.7.4.2 闪变测试按 GB/T 12326 规定执行。

7.7.4.3 测试方法如下：

- a) 测试开始前，将被测微电网与配电网相连，所有参数调至被测微电网正常工作条件；
- b) 对于接入 10（6）kV~35kV 电压等级配电网的微电网，逐级调节被测微电网输出有功交换功率至现场测试环境下可输出最大有功交换功率的 33%、66%、100%，被测微电网输出有功功率波动应小于±5%，每一状态至少记录 5 组短时闪变值 P_{st} ；
- c) 对于接入 220/380V 配电网的微电网，调节被测微电网输出有功交换功率使其介于现场测试环境下可输出最大有功交换功率的（70%~100%）之间，至少记录 5 组短时闪变值 P_{st} ；
- d) 短时闪变 P_{st} 结果取平均值，长时间闪变 P_{lt} 按 GB/T 12326 的规定计算；
- e) 现场测试环境下可输出最大有功交换功率应不小于有功交换功率最大允许输出值的 30%。

7.7.4.4 测试结果应满足 GB/T 12326 的要求。

7.7.5 直流注入量测试

7.7.5.1 测试指标为微电网向配电网注入的直流电流分量。

7.7.5.2 测量间隔宜采用 3 秒数据类型。

7.7.5.3 测试方法如下：

- a) 将被测微电网与配电网相连，所有参数调至被测微电网正常工作条件；
- b) 对于接入 220/380V 配电网的微电网，调节被测微电网输出有功交换功率使其介于现场测试环境下可输出最大有功交换功率的（70%~100%）之间；
- c) 各测量点要求分别测试 5 次，测量结果取平均值；
- d) 现场测试环境下可输出最大有功交换功率应不小于有功交换功率最大允许输出值的 30%。

7.7.5.4 测试结果应小于微电网交换电流最大允许输出值的 0.5%。

7.8 监控与通信系统远动功能测试

7.8.1 数据正确性及性能测试

7.8.1.1 数据测试包括模拟量和状态量的测试，从二次设备的输入端通过模拟设备、测试设备、仿真设备施加信号，经二次设备传送到远方调度系统（或模拟主站）。应做到数据对应、编号标识一致。

7.8.1.2 遥测功能、遥信功能的测试方法分别按附录 B 中 B.1、B.2 的规定进行。

7.8.1.3 测试指标应满足附录 C 的要求。

7.8.2 联动试验

7.8.2.1 联动试验至少应包括遥控功能（微电网并网开关分闸）、遥调功能（微电网交换功率控制）。

7.8.2.2 遥控功能测试按附录 D 中 D.1 的规定进行。

7.8.2.3 遥调功能测试按附录 D 中 D.2 的规定进行。

7.8.2.4 测试指标满足遥控正确率 100%；命令选择、执行或撤销传输时间小于等于 10s。

7.8.3 时钟同步测试

7.8.3.1 同步时钟正常时以同步时钟为主（包括守时），同步时钟不正常时以传输规约进行对时，同步时钟正常后恢复以同步时钟为主。当使用脉冲对时时，应结合传输规约进行秒级以上的的时间对时。

7.8.3.2 传输规约时间同步命令测试

被测微电网监控系统设置一个时间，远方调度系统（或模拟主站）通过传输规约将新的时钟（该时间与被测微电网监控系统设置的时间在时、分、秒均应有不同）以同步命令下发给被测微电网监控系统，观察被测微电网监控系统的时间是否返回到远方调度系统（或模拟主站）的下发时间。

7.8.3.3 同步时钟测试

被测微电网监控系统设置一个新的时间，接入同步时钟信号，观察被测微电网监控系统的时间是否与同步时钟的时间一致。

7.8.4 微电网与远方调度系统传输规约的一致性测试

7.8.4.1 传输规约一致性测试不仅包含肯定功能（模拟正确情况）的校验，还应包含否定功能（模拟错误情况）的校验。

7.8.4.2 微电网与远方调度系统传输规约一致性测试应根据具体采用的传输规约按照 DL/T 634.56 或 DL/T 860.10 规定的相应方法进行。

8 测试报告

8.1 测试结果应在现场如实记入原始结果记录表（参见附录 E），各测试项目的测试人员、校核人员和技术负责人员应在相应的原始结果记录表上签名。

8.2 测试报告（参见附录 F）应包括但不限于以下内容：

- a) 并网测试依据；
- b) 并网测试机构、参加单位和人员；
- c) 并网测试地点、时间；
- d) 由被测单位提供的被测微电网的配置结构和参数；
- e) 由测试单位提供的测试用仪器仪表的规格参数；
- f) 现场测试环境参数；
- g) 各测试项目名称及相应的测试步骤、原始结果记录表、数据分析、测试结果；
- h) 测试结论。

8.3 原始结果记录表应至少保存两年。

9 周期性测试要求

9.1 接入中压配电网的微电网，并网点的 10(6)kV~35kV 电压等级断路器应按照 GB 50150 规定的测试方法对绝缘电阻、回路电阻以及交流耐压强度进行周期性测试，测试周期为 3 年。

9.2 微电网涉网保护每年应进行保护整定值校验、二次回路绝缘检查、屏柜及装置检查，具体如下：

- a) 涉网保护整定值校验方法按照本标准条款 6.3.1 的规定执行。
- b) 涉网保护二次回路绝缘的定期检查：
 - 1) 在保护信号输入端子排处将所有电流、电压、直流控制回路的端子的外部接线拆开，并将电压、电流回路的接地点拆开，用 1000V 兆欧表测量回路对地的绝缘电阻，其绝缘电阻应大于 1M Ω ；
 - 2) 对使用触点输出的信号回路，用 1000V 兆欧表测量电缆每芯对地的绝缘电阻，其绝缘电

阻应不小于 $1M\Omega$ ；

3) 可用兆欧表检验金属氧化物避雷器的工作状态是否正常。当用 1000V 兆欧表时，金属氧化物避雷器不应击穿；而用 2500V 兆欧表时，则应可靠击穿。

c) 涉网保护装置定期检验的主要项目如下：

1) 检查装置内、外部是否清洁无积尘；

2) 检查装置的小开关、拨轮及按钮是否良好；显示屏是否清晰，文字清楚；

3) 检查装置端子排螺丝是否拧紧，后板配线连接是否良好；

4) 按照装置技术说明书描述的方法，根据定检要求，检查、设定并记录装置插件内的选择跳线和拨动开关的位置。

9.3 微电网接地装置每年雷雨季节前应进行接地电阻检测。

附录 A (规范性附录)

监控与通信系统本地功能测量准确度的测试方法

A.1 电流、电压基本误差测试

将交流信号源和被测微电网并网点监控装置的交流工频电量输入回路连接好，同时接上标准表计，进行预处理 10min，然后做下面的测试：

保持输入量的频率为 50Hz，谐波分量为 0，依次施加 0V、20V、40V、60V、80V、100V 交流电压和 0A、1A、2A、A3、4A、5A 交流电流。读出标准表计中输入值，记为 U_i 、 I_i ，同时读出被测微电网并网点监控装置上的显示值，记为 U_x 、 I_x ，则交流工频电量输入回路和模数转换的基本误差 E_u 和 E_i ，按式 (1) 和式 (2) 计算，基本误差取最大值。

$$E_u = \frac{U_i - U_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E_i = \frac{I_i - I_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：AF—输出基准值（以下同）。

A.2 有功功率、无功功率基本误差测试

将交流信号源和被测微电网并网点监控装置的交流工频电量输入回路连接好，同时接上标准表计，进行预处理 10min，然后做下面的测试：

保持输入线电压为 100V、频率为 50Hz，功率因数按参比条件，改变输入电流（ $I_A=I_B=I_C$ ）为 0A、1A、2A、A3、4A、5A。读出标准表计中输入值，记为 P_i 、 Q_i ；同时读出被测微电网并网点监控装置上的显示值，记为 P_x 、 Q_x ，基本误差 E_p 和 E_q 按式 (3) 和式 (4) 计算，基本误差取最大值。

$$E_p = \frac{P_i - P_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$E_q = \frac{Q_i - Q_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (4)$$

A.3 频率基本误差测试

将交流信号源和被测微电网并网点监控装置的交流工频电量输入回路连接好，同时接上标准表计，进行预处理 10min，然后做下面的测试：

改变信号频率依次为 45Hz、47Hz、49Hz、50Hz、51Hz、53Hz、55Hz，读出标准表计中输入值，记为 f_i ；同时读出被测微电网并网点监控装置上的显示值，记为 f_x ，基本误差 E_f 按式 (5) 计算，基本误差取 E_f 的最大值。

$$E_f = \frac{f_i - f_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：AF 取 10Hz。

A.4 功率因数基本误差测试

将交流信号源和被测微电网并网点监控装置的交流工频电量输入回路连接好，同时接上标准表计，进行预处理 10min，然后做下面的测试：

保持线电压为 100V， $I_A=I_B=I_C=5A$ ，频率为 50Hz，改变相位角 ϕ 分别为 0° 、 $\pm 30^\circ$ 、 $\pm 45^\circ$ 、 $\pm 60^\circ$ 、 $\pm 90^\circ$ ，记录标准表计中输入值，记为 PF_i ；同时读出被测微电网并网点监控装置上的显示值，记为 PF_x ，基本误差 $E_{\cos\phi}$ 按式（6）计算，基本误差取最大值。

$$E_{\cos\phi} = \frac{PF_i - PF_x}{AF} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

A.5 交流采样信号试验指标

A.5.1 工频交流模拟量标称值

工频交流模拟量标称值见表 A.1。

表 A.1 工频交流模拟量标称值

电流/A	电压/V	频率/Hz
1	100	50
5	100	50

A.5.2 允许基本误差极限和参比条件

A.5.2.1 允许基本误差及相应等级指数见表 A.2。

表 A.2 工频交流模拟量基本误差和等级指数的关系

误差极限	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$
等级指数	0.1	0.2	0.5	1

A.5.2.2 在表 A.3、表 A.4 给定的参比条件下，输出范围内任一点误差不应超过表 A.2 给定的以基准值百分数表示的基本误差的极限。

表 A.3 影响量的参比条件和实验允许误差

影响量	参比条件	试验允许偏差（适用于单个参比值）
环境温度	15℃~30℃	—
被测量频率	50Hz	$50 \times (1 \pm 2\%)$ Hz
被测量波形	正弦	畸变因数乘 100 应不超过等级指数
工作电源	额定值	额定值的 $\pm 2\%$
外部磁场	无	地磁场强度值
电流不平衡度	平衡	—

表 A.4 被测量的参比条件

被测量	参比条件		
	电压	电流	功率因数
有功功率	标称电压 $\pm 2\%$	从零到标称值内任一电流	$\cos\phi = 0.5$ （滞后）~1~0.5（超前）
无功功率	标称电压 $\pm 2\%$	从零到标称值内任一电流	$\cos\phi = 0.5$ （滞后）~1~0.5

			(超前)
相角或功率因数	标称电压±2%	在标称 40%~100%范围内的任一电流	—
频率	标称电压±2%	—	—
三相电量	对称电压 a	对称电流 a	—
*三相对称系统的每一相电压和线电压与其对应的平均值之差应不大于 1%。各相中的电流与其对应的平均值之差应不大于 1%，任一相电流和该相电压（相对中线）的夹角与其他任一相的电流、电压夹角之差应不大于 2°。			

A.5.3 线性范围

在参比条件下和表 A.1 规定的标称值范围内，误差不超过表 A.2 所规定的误差极限。

A.5.4 功率消耗

工频交流电量每一电流输入回路的功率消耗应小于 0.75VA，每一电压输入回路的功率消耗应不大于 0.5VA。

A.5.5 输入回路要求

工频交流电量输入回路应有隔离电路，且应有电压互感器和电流互感器回路异常报警。设备上二次电压互感器、电流互感器插件拔插应可靠地保证交流电压输入外回路开路、交流电流输入外回路短路。电压回路要经过熔丝，电流回路要直接与试验端子牢固连接。

A.5.6 影响量的规定

影响量的参数范围及允许的改变量见表 A.5。

表 A.5 影响量的标称值使用范围极限和允许的改变量

影响量	标称值使用范围极限		允许改变量（以等级指数百分数表示）
环境温度	表 A.6 规定		100%
被测量的不平衡度	断开一相电流		100%
被测量频率	45Hz~55Hz		100%
被测量的谐波分量	20%		200%
被测量的功率因数	感性	$0.5 > \cos(\sin) \phi \geq 0$	100%
	容性	$0.5 > \cos(\sin) \phi \geq 0$	100%
设备电源	+20%~-20%		50%
被测量超量限	120%		50%
被测线路间的相互作用	仅一测量元件电压为标称值，电流为 0；其他测量元件电流为标称值，电压为 0。		50%
自热	1min~3min 和 30min~35min 之间测量的两个误差的差		100%
外部磁场	见表 A.7		100%
高频干扰	见表 A.8		200%
快速瞬变脉冲群干扰	见表 A.8		200%
浪涌干扰	见表 A.8		200%
静电放电干扰	见表 A.9		200%
电源电压突降和中断	见 GB 15153.1-1998 表 11		200%

表 A.6 工作场所环境温度和湿度分级

级别	环境温度		湿度		使用场所
	范围/ ℃	最大变化率/ ℃/h	相对湿度/ %	最大绝对湿度/ g/m ³	
C0	-5~+45	20	5~95	28	室内
C1	-25~+55	20	5~100	28	遮蔽场所
C2	-40~+70	20	5~100	28	户外
CX	待定				与用户协商

表 A.7 工频磁场和阻尼振荡磁场试验主要参数

试验项目	级别	电压/电流波形	试验值 (A/m)
工频磁场	2	连续正弦波	10
	3	连续正弦波	30
	4	连续正弦波	100
	特定	连续正弦波	与厂家协商确定
阻尼振荡磁场	3	衰减震荡波	30
	4	衰减震荡波	100
	特定	衰减震荡波	与厂家协商确定

注：级别说明

2级 安装于受到保护的环境中的设备；

3级 安装于典型工业环境中的设备；

工厂或电厂内被控站的远动终端设备及处于特别居民区内的远动终端设备。

4级 处于恶劣的工业环境或严重骚扰环境中的设备；

极靠近中高压敞开式和 GIS 或真空开关装置或其他电气设备的被控站的远动终端设备。

表 A.8 高频干扰、快速瞬变和浪涌试验的主要参数^a

试验项目	级别	工模试验值	试验回路
高频干扰	2	1.0kV (p)	信号、控制回路
	3	2.5kV (p)	信号、控制回路和电源回路
	4	2.5kV (p)	信号、控制回路和电源回路
快速瞬变	2	0.5kV (p)	信号输入、输出、控制回路
		1.0kV (p)	电源回路
	3	1.0kV (p)	信号输入、输出、控制回路
		2.0kV (p)	电源回路
	4	2.0kV (p)	信号输入、输出、控制回路
		4.0kV (p)	电源回路
浪涌	2	1.0kV (p)	信号、控制回路和电源回路
	3	2.0kV (p)	信号、控制回路和电源回路
	4	4.0kV (p)	信号、控制回路和电源回路

注：级别说明

2级	安装于正常保护环境中的设备； 工厂或电厂内的控制中心的设备。
3级	安装于没有特别保护环境中的设备； 居民区或工业区内的被控站或远动终端设备。
4级	严重骚扰环境中的设备； 被控制站或远动终端的设备极为靠近中、高压敞开式和GIS（气体绝缘开关设备）或真空开关装置，直接连至高压设备的电缆、长得分支通信线路。
^a 串模试验电压值为共模试验值的 1/2。	

表 A.9 静电放电试验主要参数

试验项目	级别	试验值(接触放电)
静电放电	2	4kV
	3	6kV
	4	8kV
注：级别说明		
2级 安装在具有防静电设施的专用房间内的控制中心或被控站的远动终端设备和系统；		
3级 安装在具有湿度控制系统的专用房间内的控制中心或被控站的远动终端设备和系统。		
4级 安装在不加控制环境中的控制站的远动终端设备和系统。		

附 录 B

(规范性附录)

监控与通信系统远动功能数据正确性及性能的测试方法

B.1 遥测功能测试

- a) 在被测微电网并网点监控装置上选择一路或多路装置的交流信号输入端,施加交流模拟信号(AC 电压、AC 电流);
- b) 在远方调度系统(或模拟主站)设置相应的越限值、复限值并启动告警;
- c) 改变模拟装置的输出值并符合越限、复限的条件,在远方调度系统(或模拟主站)检查告警画面、打印记录、显示画面与模拟动作及数值是否一致;
- d) 依次做电压、电流、有功功率、无功功率、频率越上限、下限告警功能测试和恢复上限、下限告警功能测试;
- e) 交流遥测输入值在自恢复过程,加电、失电过程,进行数据不跳变测试;
- f) 如果被测微电网监控系统为双机配置,则双机切换过程中数据应不跳变;
- g) 如果被测微电网监控系统为双网配置,则双网切换过程中数据应不跳变。

B.2 遥信功能测试

- a) 在被测微电网并网点监控装置上选择一路或多路状态量信号输入端,施加状态变位模拟信号,在远方调度系统(或模拟主站)进行相关开关或刀闸状态变位后应启动的相关内容设置;
- b) 启动告警、状态变为着色、闪烁;
- c) 改变状态变位模拟装置的输出,在远方调度系统(或模拟主站)观察告警画面、打印记录、显示画面与模拟动作是否一致;
- d) 依次做遥信变位、事件顺序记录分辨率、数据雪崩(指多个遥信同时动作及遥测同时越限值,在一秒内 20%数据发生变化)等测试的显示、告警、打印记录;
- e) 遥信状态在自恢复过程、加电和失电过程等过程中应不误动;
- f) 如果被测微电网监控系统为双机配置,则双机切换过程中遥信状态应不误动;
- g) 如果被测微电网监控系统为双网配置,则双网切换过程中遥信状态应不误动。

附 录 C
(规范性附录)

监控与通信系统远动功能数据正确性及性能的测试指标

微电网接入配电网的监控与通信系统的数据正确性及性能测试指标要求

表 C.1 监控与通信系统性能指标

内容		指标
模拟量	遥测综合误差率	$\leq 1.5\%$
	遥测刷新由微电网并网点监控装置传递到远方调度系统（或模拟主站）时间	$< 2s$
状态量	遥信正确率	$\geq 99.9\%$
	遥信变位由微电网并网点监控装置传递到远方调度系统（或模拟主站）时间	$< 2s$

附录 D

(规范性附录)

监控与通信系统远动功能的联动测试方法

D.1 遥控功能测试

- a) 在远方调度系统（或模拟主站）的画面上选择被测微电网的一路控制点（此控制点应有对应的一路遥信输入作为控制输出节点返回信号）；
- b) 进入控制操作时，远方调度系统（或模拟主站）应有授权、密码安全设置，操作过程应有不可修改、清除的记录保存功能；
- c) 按操作顺序进行操作确认，在远方调度系统（或模拟主站）核对和观察告警画面、打印记录、显示画面与操作动作是否一致；
- d) 改变遥控操作顺序与停止遥控下一步操作，在远方调度系统（或模拟主站）核对和观察告警画面、打印记录、显示画面与遥控操作动作是否一致，有无报告与主动撤销；
- e) 依次做选择、返校、执行、撤销、超时、显示、打印、告警、事件顺序记录、遥控执行时间（为遥控执行键按下时刻，远方调度系统（或模拟主站）发出执行命令的记录时间与遥信事件顺序记录返回记录的时间之差）等记录；
- f) 遥控输出在自恢复过程、加电和失电过程、双机（如配置有双机）及网络（如配置有双网）切换过程应不误动；
- g) 结合遥控输出压板及手动远方/就地把手的投/退，进行遥控操作监护功能的测试。

D.2 遥调功能测试

- a) 在远方调度系统（或模拟主站）选择一个遥调输出点，在被测微电网监控系统的输入回路选择一路作为遥调输出返回点（如果是微电网交换功率遥调，应将交换功率输出信号作为返回点），设置一个遥调参数（或交换功率值）；
- b) 进入遥调控制操作时远方调度系统（或模拟主站）应有授权、密码安全设置，操作过程应有不可修改、清除的记录保存功能，按操作顺序进行操作确认；
- c) 在远方调度系统（或模拟主站）核对和观察告警画面、打印记录、显示画面与操作动作是否一致；
- d) 改变操作顺序与停止下一步操作，在远方调度系统（或模拟主站）核对和观察告警画面、打印记录、显示画面与操作动作是否一致，有无报告与主动撤销；
- e) 依次做选择、设置、执行、撤销、超时、显示遥调值（远方调度系统（或模拟主站）的记录，遥调的执行时间，为遥调执行确认键按下时刻，发出遥调执行命令记录的远方调度系统（或模拟主站）时间与遥测越限（遥测告警）远方调度系统（或模拟主站）的告警时间之差；
- f) 遥调输出在自恢复过程、加电过程、双机及网络切换过程应不误调。

附录 E
(资料性附录)
原始结果记录表

E.1 同期并网测试记录表

微电网同期并网功能测试的记录表如附表 E.1 和附表 E.2 所示。

附表 E.1 同期并网测试记录表 1

测试次数	发出同期指令时刻	同期瞬间对应的时刻	同期瞬间参数			
			被测微电网		配电网 (模拟配电网)	
			频率 (Hz)	并网点电压 (V)	频率 (Hz)	并网点电压 (V)
1						
2						
3						

注：测试对应于本标准 7.1.1.2 步骤 b) 至 e)，即测试频率在合格范围内时通过调节电压进行同期的功能测试。

附表 E.2 同期并网测试记录表 2

测试次数	发出同期指令时刻	同期瞬间对应的时刻	同期瞬间参数			
			被测微电网		配电网 (模拟配电网)	
			频率 (Hz)	并网点电压 (V)	频率 (Hz)	并网点电压 (V)
1						
2						
3						

注：对应于本标准 7.1.1.2 步骤 f) 至 g)，即测试电压在合格范围内时通过调节频率进行同期的功能测试。

E.2 故障后恢复并网测试记录表

接入 220/380V 配电网的微电网，故障后恢复并网测试的记录表如附表 E.3 所示。接入 10 (6) kV~35kV 配电网的微电网，故障后恢复并网测试的记录表如附表 E.4 所示。

附表 E.3 故障后恢复并网测试记录表 (220/380V 并网)

测试次数	合上上一级开关时间 t1 (ms)	恢复并网时刻 t2 (ms)	故障后恢复并网时间	
			计算值 (t2-t1) (ms)	规定值 (ms)
1				
2				
3				

附表 E. 4 故障后重新并网测试记录表 (10 (6) kV~35kV 电压等级并网)

测试次数	指令发出时刻 t3(ms)	恢复并网时刻 t4(ms)	故障后恢复并网时间	
			计算值 (t4-t3) (ms)	规定值 (ms)
1				
2				
3				

E. 3 并网转离网测试记录表

微电网并网转离网测试的记录表如附表 E. 5 所示。

附表 E. 5 并网转离网测试记录表

测试次数	被测微电网控制系统 下发离网指令时刻 t1(ms)	离网时刻 t2(ms)	离网所用时间	
			计算值 (t2-t1) (ms)	规定值 (ms)
1				
2				
3				

E. 4 交换功率控制功能测试记录表

微电网交换功率控制功能测试的记录表如附表 E. 6 所示。

附表 E. 6 交换功率控制功能测试记录表

基本参数	交换功率性质	交换功率方向 ¹		交换功率最大允许值	现场测试环境下可达到的最大值		
	有功 <input type="checkbox"/> 无功 <input type="checkbox"/>	上网 <input type="checkbox"/> 下网 <input type="checkbox"/>					
序号	下达指令基准值 S_N	下达指令值			实际达到的数值		实际达到值与指令值之间误差 ² (%)
		幅值相对值	幅值具体数值	下达时刻	达到幅值	达到时刻	
1		10% S_N					
		50% S_N					
		75% S_N					
		100% S_N					
		75% S_N					
		50% S_N					
		10% S_N					

2		10% S_N					
		50% S_N					
		75% S_N					
		100% S_N					
		75% S_N					
		50% S_N					
		10% S_N					
3		10% S_N					
		50% S_N					
		75% S_N					
		100% S_N					
		75% S_N					
		50% S_N					
		10% S_N					
注 1: 上网指功率流动方向为从被测微电网流向配电网; 下网指功率流动方向为从配电网流向被测微电网。							
注 2: 实际达到值与指令值之间误差= (实际达到值-指令值) / 指令值*100%							

E.5 电压异常响应测试记录表

配电网出现电压异常时, 接入 220/380V 配电网的微电网, 其电压异常响应测试的记录表如附表 E.7 所示。

附表 E.7 电压异常响应测试记录表 (220/380V 并网)

序号	规定值	并网点设定电压 (V)	并网点实际测量电压 (V)	设定时间 (s)	运行时间 (s)
1	$U_1 =$	$U < U_1$			
		$U_1 \leq U < U_2$			
	$U_2 =$	$U_2 \leq U < U_3$			
	$U_3 =$	$U_3 \leq U < U_4$			
	$U_4 =$	$U_4 \leq U$			
2	$U_1 =$	$U < U_1$			

3	$U_2 =$	$U_1 \leq U < U_2$			
	$U_3 =$				
	$U_4 =$				
		$U_2 \leq U < U_3$			
		$U_3 \leq U < U_4$			
		$U_4 \leq U$			
		$U < U_1$			
	$U_1 \leq U < U_2$				
	$U_2 \leq U < U_3$				
	$U_3 \leq U < U_4$				
	$U_4 \leq U$				

E.6 低电压穿越测试记录表

接入 10（6）kV~35kV 电压等级配电网的微电网的低电压穿越测试记录表如附表 E.8 所示。

附表 E.8 低电压穿越测试记录表

被测微电网 有功输出功率	故障类型	测试次数	记录参数	U_{L1}	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_{L2}
(10% ~30%) 允许值	三相对称跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))							
			跌落时间 (ms)							
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))							
			跌落时间 (ms)							

(10% ~30%) 允许值	AB 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
(10% ~30%) 允许值	BC 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
(10% ~30%) 允许值	CA 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
>70%允许值	三相对 称跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
>70%允许值	AB 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
>70%允许值	BC 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U_n (%))								
			跌落时间 (ms)								
		2	跌落电压值								

			(U/U _n (%))							
			跌落时间 (ms)							
>70%允许值	CA 两相 不对称 跌落	1	跌落电压值 (U/U _n (%))							
			跌落时间 (ms)							
	2	跌落电压值 (U/U _n (%))								
		跌落时间 (ms)								

E.7 频率异常响应测试记录表

配电网出现频率异常时,接入 220/380V 配电网的微电网,其频率异常响应测试的记录表如附表 E.9 所示;接入 10(6)kV~35kV 电压等级配电网的微电网,其频率异常响应测试的记录表如附表 E.10 所示。

附表 E.9 频率异常响应测试记录表 (220/380V 并网)

序号	并网点规定设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	设定时间 (s)	运行时间 (s)
1	$f < 49.5\text{Hz}$			
	$49.5\text{Hz} \leq f \leq 50.2\text{Hz}$			
	$50.2\text{Hz} < f$			
2	$f < 49.5\text{Hz}$			
	$49.5\text{Hz} \leq f \leq 50.2\text{Hz}$			
	$50.2\text{Hz} < f$			
3	$f < 49.5\text{Hz}$			
	$49.5\text{Hz} \leq f \leq 50.2\text{Hz}$			
	$50.2\text{Hz} < f$			

附表 E.10 频率异常响应测试记录表 (10(6)kV~35kV 电压等级并网)

规 定	f_1 (Hz)	f_2 (Hz)	f_3 (Hz)	f_4 (Hz)

值				
序号	并网点规定设定频率 (Hz)	并网点实际测量频率 (Hz)	设定时间(s)	运行时间(s)
1	$f < f_1$			
	$f_1 \leq f < f_2$			
	$f_2 \leq f \leq f_3$			
$f_3 < f \leq f_4$				
2	$f_4 < f$			
	$f < f_1$			
	$f_1 \leq f < f_2$			
	$f_2 \leq f \leq f_3$			
$f_3 < f \leq f_4$				
3	$f_4 < f$			
	$f < f_1$			
	$f_1 \leq f < f_2$			
	$f_2 \leq f \leq f_3$			
$f_3 < f \leq f_4$				
3	$f_4 < f$			

E.8 防孤岛保护功能测试记录表

微电网防孤岛保护功能测试的记录表如附表 E.11 所示。

附表 E.11 防孤岛保护功能测试记录表

序号	上一级开关断开时刻 t_1	并网点开关断开时刻 t_2	响应时间	
			计算值 ($t_2 - t_1$) (ms)	规定值 (ms)
1				
2				
3				

附录 F
(资料性附录)
测试报告

F.1 测试报告内容应包括但不限于以下内容：

前言(包括并网测试依据、并网测试机构、测试过程等)

一、并网测试目的、地点、时间

二、被测试微电网项目简介，应包括以下内容：

(一) 被测试微电网接入配电网的接入方式，以及主要电气设备一览表；

(二) 被测试微电网的结构与主要设备参数，包括微电网一次接线原理图，以及发电设备、交流设备、变电设备、断路器、刀闸等一次设备参数，和微电网能量管理、涉网保护、监控、通信等二次系统技术参数。

三、并网测试项目和方法，应包括以下内容：

(一) 现场测试环境参数；

(二) 由测试单位提供的测试用仪器仪表的规格参数；

(三) 测试项目、测试步骤。

四、测试数据及分析

五、存在主要问题及整改建议

六、并网测试结论

七、并网测试工作组成员签字表

八、相关附件
