# 《微电网统一功率变换系统技术规范 第1部分：通用要求》编制说明

（征求意见稿）

2026年11月

## 一、 工作简况

### 1 任务来源

本团体标准是由中国电工技术学会2026年下达的团体标准制定计划，项目编号为CESBZ2026011，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网装备技术专业委员会提出，计划完成时间2026年11月。

### 2 主要工作过程

**起草阶段：**

2025年12月-2026年3月，申请立项并上报标准的草案稿和项目建议书，制定立项计划。

2026年4月，中国电工技术学会下达了“关于2026年第一批中国电工技术学会标准立项的通知”，由南方电网科学研究院牵头、重庆大学组织，成立**标准起草工作组。**

**工作组讨论阶段：**

2026年5月~6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**。

2026年7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。

2026年8月，第二次工作组会议以视频会议的形式召开，对工作组讨论稿进行了补充、修改和完善。

2026年9月，第三次工作组会议以视频会议的形式召开，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》等文件的要求对本标准进行了补充、修改和完善，并**形成征求意见稿**。

### 3 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

牵头起草单位：南方电网科学研究院有限责任公司、重庆大学、广东电网惠州供电局。

主要起草人：

所做的工作：重庆大学作为执笔单位负责了本标准的工作组讨论稿和征求意见稿的起草、修改工作；南方电网科学研究院作为工作组组长负责组织召开工作组会议和稿件审核等相关工作，广东电网惠州供电局在标准制定过程中提供了测试平台并提出了大量修改意见。

起草工作组各成员按分工参与了标准草案的编写、会议记录、文字和技术参数校核、引用标准收集与校核以及征求意见汇总等工作。

## 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

本文件规定了微电网统一功率变换系统的基本要求、技术要求和试验方法。

本文件适用于微电网统一功率变换系统，即微电网的多个功率变换单元集合与不同源荷设备之间的即插即用、源荷自识别辨识配置及其数据传输协议的整体架构，其接口额定电压不超过AC 450Vrms、DC 700V。

本标准主要技术内容如下：

（1）术语和定义

《微电网统一功率变换系统技术规范 第1部分：通用要求》结合微电网多类型源荷设备接入及功率变换的应用需求，对“微电网统一功率变换系统”“直流源荷设备”“交流源荷设备”及相应的源设备、负荷设备和可源可荷设备进行了定义，明确不同设备的电气连接形式和能量传输特点。同时，对“控制导引”和“标准插头/插座”等术语作出界定，为接口通用化、源荷自识别及连接全过程的安全互锁提供统一的概念基础。

（2）技术要求

本标准的接口连接要求主要参考GB/T 11918.1《工业用插头插座和耦合器 第1部分：通用要求》，通信接口要求引用ISO 11898-2的相关规定，明确接口电压等级、

电流等级、连接方式及CAN通信功能。交流额定电压包括单相220 V、三相380 V，直流额定电压包括500 V、700 V；交流额定电流包括15 A、30 A、45 A和60 A，直流额定电流包括45 A、90 A和180 A。规范性附录A进一步规定标准接口的触头布置、功能定义、插拔接触顺序、结构尺寸及机械和电子锁止装置要求，为不同源荷设备共用接口提供依据。

安全与防护要求主要参考IEC 62477-1、GB/T 13870.1—2022、GB/T 12113—2003及GB/T 4208—2017等相关标准，对预期使用及合理可预见误用条件下的电击防护、基本绝缘、外壳或屏障防护、限制电压和储存能量等提出要求。其中，接口断开后1 s内，任何可触及部分之间的电压应不大于60 V直流或30 V交流有效值，或等效存储电能不大于0.2 J，以降低接口断开后的残余电能风险。

功能要求根据源荷设备的交直流属性、能量传输特点及并联接入需求，规定六种运行模式，涵盖直流和交流源荷设备接入、直流和交流负荷供电，以及大功率源荷设备的多接口并联接入。在此基础上，规定功率控制、电压控制、系统断电控制、软启动、主动放电和保护接地导体连续性持续监测等功能，并通过资料性附录B说明直流、交流变换过程中的控制导引与安全互锁方式。

环境适应性要求包括正常工作温度为－10 ℃～＋55 ℃、相对湿度不大于95%，以及高海拔条件下的修正要求。抗干扰要求分别引用GB/T 17626.2—2018、GB/T 17626.3—2016和GB/T 17626.9—2011，规定静电放电抗扰度为4级、射频电磁场辐射抗扰度为4级、脉冲磁场抗扰度为5级，试验期间及试验后装置均应正常工作。同时，规定装置出厂前应进行室温下168 h或40 ℃下72 h的连续通电试验，期间不应出现元器件损坏或其他异常情况。

（3）试验方法

本标准围绕环境适应性、抗干扰能力及主要控制功能规定相应试验方法。低温、高温和恒定湿热试验分别引用GB/T 2423.1—2008、GB/T 2423.2—2008和GB/T 2423.3—2016，其中低温和高温试验分别要求装置在－40 ℃和＋70 ℃条件下通电保持72 h，并能够正常工作。静电放电、射频电磁场辐射和脉冲磁场抗扰度试验按相应引用标准进行，过电压与绝缘试验引用GB/T 311.1—2012的相关规定。

功能试验主要包括功率控制、电压控制、软启动和主动放电功能试验。功率控制试验的设定点覆盖 10%～100%额定功率范围，至少包括 10%、25%、50%、75%和 100%五个点；具备双向功率能力的装置，应分别在充电和放电方向进行试验。电压控制试验在不同负载条件下检查输出电压的稳态精度及扰动后的动态恢复能力，测量点设置在接口处。

软启动功能试验通过记录启动电流和输出电压波形，检查启动过程及冲击电流情况；主动放电功能试验通过正常下电、故障下电或通信指令触发，记录母线电压衰减曲线及降至 60 V 直流以下所需的时间。此外，按规定的时间和温度条件开展连续通电试验，检查装置持续运行期间的工作状态。

3 主要技术差异

本标准第一次制定。

三、主要试验（或验证）情况

在本标准起草过程中，围绕微电网统一功率变换系统的接口通用性、源荷自识别、运行控制及安全防护要求，开展了功能试验、运行模式及切换验证、控制导引验证、环境适应性试验和连续通电试验。结合典型交流、直流源荷设备的接入场景，对标准规定的主要技术要求及其实现方式进行了验证，为标准条款的制定和完善提供了依据。主要试验及验证情况如下：

（1）功率控制与电压控制功能试验

针对模式 1、模式 2 的功率控制功能，分别连接直流、交流源荷设备，在 10%、25%、50%、75%和 100%额定功率设定点开展了试验，并对具备双向功率能力的装置分别进行了充电和放电方向的验证，检查功率指令执行、电流限制及充电许可控制情况。针对模式 3、模式 4 的电压控制功能，在不同负载条件下测量了接口输出电压，记录负载或输入扰动后的电压变化及恢复过程，对直流、交流负荷供电时的稳态控制和动态响应进行了验证。

（2）运行模式及模式切换验证

根据本标准规定的六种运行模式，分别搭建了直流源荷设备接入、交流源荷设备接入、

直流负荷供电、交流负荷供电及大功率交直流源荷设备多接口并联接入场景，对设备类型识别、接口触头复用、电流源与电压源控制方式选择，以及并联系统协调控制进行了验证。在此基础上，结合接入设备类型和运行任务变化，开展了模式 1 与模式 3、模式 2 与模式 4 之间的控制方式转换，以及相应单机运行与模式 5、模式 6 并联运行配置之间的转换验证。模式转换在停止原有能量传输、完成端口断电及必要的放电、重新确认源荷类型和接口配置后进行，记录了原模式退出、新模式配置及重新启动过程中的电压、电流和控制状态。同时，对交直流运行方式变更时的接口重新配置及启动条件进行了检查，验证了模式选择、切换顺序与安全互锁之间的配合关系。

（3）附录 B 控制导引与安全互锁验证

依据附录 B 所示的直流、交流变换控制导引方案，分别针对模式 1、模式 3、模式 5 和模式 2、模式 4、模式 6 开展了控制导引验证。试验覆盖插头与插座连接确认、低压辅助供电、通信建立、运行条件确认、接触器动作及能量传输启动等环节，记录控制导引信号、辅助供电回路开关和功率回路接触器的状态变化，检查接口连接、通信确认与功率回路接通之间的配合顺序。结合附录 A 规定的触头连接顺序和锁止装置要求，对连接方式 A、B、C 下的连接确认、锁止及退出过程进行了检查。

针对直流控制导引方案，对电压、电流测量、绝缘监测和泄放电路的投切，以及系统侧和适用的源荷侧接触器状态监测进行了验证；针对交流控制导引方案，对相应功率回路接触器、低压辅助供电开关及绝缘监测电路的控制与状态反馈进行了验证。同时设置了控制导引中断、连接确认信号异常、停止供电及保护接地导体连续性丧失等场景，检查功率回路断开及后续处理情况。对于源荷设备自供低压辅助电源的情况，检查了其与系统辅助供电回路的隔离及接口 A+、A-的电压状态。

（4）软启动、主动放电与断电控制试验

软启动试验在装置完全断电、端口电容充分放电后进行，通过记录启动电流及输出电压波形，检查端口电压建立过程和启动瞬间的冲击电流情况。主动放电试验分别采用正常下电、故障下电及通信指令触发方式，记录母线电压衰减曲线及降至 60 V 直流以下所需的时间，并结合接口断开后的储存能量要求进行了检查。断电控制试验模拟了控制导引中断、充放电许可撤销和停止供电指令等条件，对装置停止能量传输、功率回路断开及控制

导引电路状态进行了验证。

（5）接口连接与电气安全验证

结合标准接口的电气参数、触头功能和结构要求，对接口接线、交直流触头复用、防呆结构、插拔顺序及机械和电子锁止功能进行了检查。按照标准引用的相关安全要求，对基本绝缘、外壳或屏障防护、接触电流、过电压与绝缘性能及保护接地等内容开展了验证，并重点检查接口断开后的可触及电压和残余能量情况，为接口连接及断开过程的安全防护要求提供了验证依据。

（6）环境适应性与连续通电试验

依据 GB/T 2423.1—2008、GB/T 2423.2—2008 和 GB/T 2423.3—2016，开展了低温、高温和恒定湿热试验，其中低温和高温试验分别在－40 ℃和＋70 ℃条件下通电保持 72 h，对装置在相应环境条件下的运行及功能状态进行了检查。同时，按照本标准规定的室温下 168 h 或 40 ℃下 72 h 的条件开展了连续通电试验，对试验期间的运行状态、控制功能及元器件异常情况进行了持续观察和记录，为环境适应性和持续运行要求提供了验证依据。

**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**

从新型电力系统的建设层面，需要用户侧供电台区在常态下消纳分布式能源，同时在电网中断等异常状态下维持局部独立运行。在能源安全层面，需要构建多层级、可重构的应急供电网络。因此，要让各种常态化利用的分布式电源，在应急时快速切换为独立电源，提升分布式电源的“平急两用”能力。

具体来说，实现分布式能源多源接入的最小微电网场景是电网末端供电台区，它包括住宅小区、商业楼宇、工业园区、村庄等，数量庞大。微电网的另一方面的应用场景就是复杂环境和移动场景的应急供电，包括了移动应急供电、灾后与战区的临时供电、多源互

补的海岛山区等离网供电等。每个台区接入的分布式电源类型各异，且各源荷的功率等级各异。

于是，现在的微电网功率变换系统的技术现状就是，不同的分布式电源和负荷需要对应的不同功率变换设备，需要用五花八门的设备拼接组网，还需要复杂的配置调试，阻碍其市场化、规模化的推广。因此，研究微电网功率变换系统的功率变换单元连接不同源荷的接口的标准化接口，对于实现不同源荷连接下的单元与接口的复用，实现微网功率变换设备与源荷设备之间即插即用和源荷自识别，并保证多模式复用下的电能传输安全性和互操作性方面具有重要的意义。

**六、与国际、国外对比情况**

现有国内外标准围绕通用低压电气设备的电气与通信接口等方面开展，但尚未针对微网功率变换系统的模块化功率变换单元连接不同源荷的标准化接口、不同源荷连接下的单元与接口的复用，即插即用、多模式复用下的电能传输安全性和互操作性等方面制定相关标准。

**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**

本标准是《微电网统一功率变换系统技术规范》的第 1 部分，与第 2 部分“接口协议”配套使用，主要规定系统的基本要求、技术要求和试验方法。制定过程中参考了 GB/T 11918.1《工业用插头插座和耦合器 第 1 部分：通用要求》、GB/T 4208—2017《外壳防护等级（IP 代码）》、GB/T 12113—2003《接触电流和保护导体电流的测量方法》、IEC 62477-1《电力电子变换系统和设备的安全要求 第 1 部分：总则》及 GB/T 17626 系列相关标准，结合微电网多类型交直流源荷设备接入需求，对通用接口、运行模式、控制导引、安全防护及相应试验方法进行了规定。本标准的实施应遵守现行有关法律、法规、规章及强制性标准的规定，涉及电气安全、系统接地、电磁兼容等方面的要求，应同时执行相应适用标准。

**八、 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

建议本标准的性质为推荐性团体标准，指导模块化微电网功率变换系统与源荷设备的研发、生产及检测。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

本标准对于模块化微电网功率变换系统与源荷设备的系统化、标准化、模块化接口与通信架构建设具有重要的参考作用，建议微电网功率变换设备与源荷设备设计及研发企业参考此标准开展未来的产品设计，提升未来微电网产品的接口标准化，实现快速组网。

建议本标准批准发布 7 天后实施。

## 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

由于目前微电网的功率变换设备与源荷设备的生产与应用尚未达到成熟阶段，其模块化、标准化的发展尚处于不断的探索迭代中，因此建议本标准按照推荐性标准实施。