

团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

主动支撑型分布式光储集群控制技术规
范

Function Specification for Distributed PV-Energy Storage Cluster
Control of Active Support Type

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

目 次	I
前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
3.1 分布式光储集群 distributed PV-Energy storage cluster	3
3.2 主动支撑型分布式光储集群 active support capability	3
3.3 并网点	3
4 主动支撑型分布式光储集群控制系统架构	4
4.2 设备层	4
4.3 集群通信层	4
4.4 感知控制层	4
4.5 调度通信层	4
5 基本功能	5
5.1 数据采集	错误！未定义书签。
5.2 数据交互与传输	5
5.3 实时测量	5
5.4 集群状态估计	5
5.5 AGC 功能	5
5.6 AVC 功能	5
6 主动支撑功能	5
6.1 一次频率控制	5
6.2 集群动态电压支撑	5
6.3 电能质量监测	6
6.4 分布式光储集群聚合	6
6.6 故障录波	7
附 录 A (规范性) 主动支撑型分布式光储集群控制系统典型架构	8

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》给出的规则起草。

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这些专利的责任。

本文件由中国电工技术学会提出。

本文件由中国电工技术学会标准工作委员会分布式电源运行与控制工作组归口。

本文件起草单位清华大学、国网山东省电力公司、XXXXXX、XXX。

本文件主要起草人：吴文传、蔺晨晖、刘昊天、吴冠男、李鹏华、苏晨博、王思远、李思韵、。

本文件为首次发布。

主动支撑型分布式光储集群控制技术规范

1 范围

本文件规定了主动支撑型分布式光储集群控制系统架构、基本功能、扩展功能等方面的技术规范。

本文件适用于具备主动支撑能力的分布式光储集群。

本文件规定适用于 35kV 及以下配电网区域。

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/T 12325-2008	电能质量 供电电压偏差
GB/T 14549	电能质量 公用电网谐波
GB/T 24337	电能质量 公用电网间谐波
GB/T 36116-2018	村镇光伏发电站集群控制系统功能要求
GB/T 40595-2021	并网电源一次调频技术规定及试验导则
GB/T 50063-2017	电力装置电测量仪表装置设计规范
GB/T 36572-2018	电力监控系统网络安全防护导则
DL/T634.5101	远动设备及系统-第 5-101 部分: 传输规约基本远动任务配套标准
DL/T634.5104	远动设备及系统-第 5-104 部分: 传输规约采用标准传输协议子集的 IEC60870-101 网络访问
ANSI/IEEE C37.111-1991	电力系统用瞬态数据交换(COMTRADE)通用格式
GB/T29319-2024	光伏发电系统接入配电网技术规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 分布式光储集群 distributed PV-Energy storage cluster

一定区域范围内多个户用光伏发电、储能的集合。通常由光伏发电系统、储能系统(包括蓄电池和超级电容器等)、负荷以及电网组成。这些组件通过交流母线互联, 形成一个联合运行的电力系统, 并通过并网点与大电网进行互联。

3.2 主动支撑型分布式光储集群 active support capability

分布式光储集群通过本地控制向上级电网提供的调频、调压及电能质量治理的能力。

3.3 集群控制器 cluster controller

一种计算机系统, 包括提供基本支持服务的软硬件平台, 以及保证分布式光储集群内发电、储能、配电、用电设备安全经济运行的高级应用软件。

3.4 并网点 point of cluster interconnecting with public power system

并网点是指分布式光储集群接入与外部电力系统连接点, 可以在配电变电站高压开关内侧, 也可以在台区变压器高压开关内侧。

3.4 自动发电控制 AGC, automatic generation control

在分布式光储集群区域内,当电力系统频率和联络线功率发生变化时,通过远程调节发电机组的有功功率,以维持系统频率或确保区域之间预定的交换功率。

3.5 自动电压控制 AVC, automatic voltage control

在分布式光储集群区域内,对并网发电单元无功功率、并联补偿设备和变压器有载分接头等无功电压调节设备进行自我调节,实现电网电压和无功功率分布满足电网安全、稳定、经济运行。

3.6 一次调频 primary frequency control

当电力系统频率超过目标频率时,电源通过控制系统自动反应,调整有功出力减少频率偏差的控制功能。

3.7 跟网 grid following

跟网是指变流器连接的能源(例如太阳能、风能或储能)的控制策略,其输出与电网电压和频率同步。跟网型变流器是电流源,通过跟踪电网的电压角度和幅值来注入或吸收有功和无功功率。它们依赖于电网提供稳定的电压和频率参考,无法在孤岛或离网模式下运行。

3.8 构网 grid forming

构网是变流器连接的能源(例如太阳能、风能或电池)在电网干扰或停电时,为电网提供电压和频率支持的能力。构网型变流器可以独立运行或与其他能源协调运行,并帮助在停电后恢复电网。构网型是将更多可再生能源整合到电网并确保电网可靠性和稳定性关键技术。

4 主动支撑型分布式光储集群控制系统架构

应包含设备层、集群通信层、感知控制层、调度通信层。典型架构见附录 A。

4.2 设备层

a) 设备层包括光伏变流器、储能变流器、及电动汽车充电桩等其他可控资源。设备应支持有功、无功功率调节指令,宜支持电压调节指令。

b) 光伏变流器和储能变流器应具备主动支撑能力,应具备构网运行模式,宜支持跟网构网运行模式切换。

4.3 集群通信层

a) 应实现集群控制器与设备间快速可靠通信,宜采用光纤组网、5G 通信等技术,或采用融合终端等中继通信设备。

b) 数据帧的传输延迟宜不大于 20ms。

c) 宜配置应急电源,支持集群通信系统在电网失电后不间断运行。

4.4 感知控制层

a) 应具备集群并网点电气量实时测量功能

b) 应根据所采电气量及集群通信层所传输的设备信息,对各可控资源生成控制指令,并通过集群通信层下发。

4.5 调度通信层

a) 应具备与电网调度机构之间进行数据通信的能力,能够将集群控制器所采集的集群电气运行工况,上传至电网调度机构,同时具有接受电网调度机构控制调节指令的能力。

b) 与电网调度机构之间通信方式和信息传输应符合相关标准的要求,包括遥测、遥信、遥控、遥调信号,以及提供信号的方式和实时性要求等,宜支持 DL/T634.5101 和 DL/T634.5104 通信协议。

5 基本功能

5.1 数据交互与传输

通信方式、传输和信息传输需符合电力系统调度机构安全规定，宜满足 GB/T36572-2018 标准要求。

5.2 实时测量

- a) 集群控制器的交流电流测量回路应接入测量 CT 回路，交流电压测量回路应并入 PT 测点
- b) 集群控制器应同时接入分布式光储集群并网点的所有电压、电流量，并接入必要的开关量
- c) 集群控制器应同步测量并网点的三相电压、三相电流和必要的开关量信号，并实时计算出各电能量的三相基波相量、功率和系统频率
- d) 交流电压有效值、交流电流有效值、频率测量准确度应满足 GB/T 50063-2017 中计算机监控系统规定；

5.4 集群状态估计

集群控制器应具备状态估计功能，

5.3 数据处理和数据传输

- a) 集群控制器应具备动态数据管理能力，并实时与内部控制模块交互。
- b) 应具有坏数据信息的本地辨识与剔除功能
- c) 集群控制器应具备同时向多个主站实时传送数据的能力

6 主动支撑功能

6.1 AGC 功能

集群控制器应能接收上级调度下发的集群有功出力控制指令，能够根据指令计算集群内部光伏、储能有功功率的调整量，并向集群内部光伏、储能发送对应的控制指令。

6.2 AVC 功能

- a) 集群控制器应能监控并维持光伏、储能机组的机端电压在合格范围内。若出现光伏、储能机组机端电压临近越限，能够执行无功电压控制防止其电压越限。
- b) 集群控制器应能接收上级调度下发的集群关口电压控制指令，能够根据指令计算集群内部光伏、储能无功功率或电压的调整量，并向集群内部光伏、储能发送对应的控制指令。

6.3 一次调频

- a) 分布式光储集群在可控资源充沛的条件下，宜具备一次调频功能。
- b) 当电力系统频率偏离目标频率时，集群控制器应通过对分布式光储集群内可控资源的协调控制，调整集群并网点有功输出，减少频率偏差。
- c) 分布式光储集群一次调频的死区应设置在满足 GB/T29319-2024 要求的一次调频死区范围规定，即 $\pm 0.02\text{Hz} \sim \pm 0.06\text{Hz}$ ，一次调频调差率应为 0.5%~5%，并可根据可控资源和电网需要确定
- d) 其他一次调频动态性能，宜参照 GB/T 40595-2021 第 8 部分新能源场站一次调频技术规定。

6.4 集群动态电压支撑

- a) 分布式光储集群在可控资源充沛的条件下，宜具备动态电压支撑功能，在受到 0.02p.u. 内的电压扰动后，并网点电压恢复时间应不大于 2s。
- b) 当并网点电压偏离目标电压时，集群控制器应通过对分布式光储集群内可控资源的协调控制，改变集群并网点无功功率，减少电压偏差。
- c) 分布式光伏集群的故障穿越应参照 GB/T29319-2024 执行。

6.5 电能质量监测

分布式光储集群控制器应具备宽频振荡监测功能、电能质量监测功能。

6.5.1 分布式光储集群离网运行，谐波和间谐波评价应满足以下要求：

- a) 分布式光储集群 2 次至 40 次谐波电压 U_h 、谐波电压总畸变率(THDu)的 95%概率大值应分别满足 GB/T 14549 的要求，判定谐波电压合格；
- b) 分布式光储集群 2 次至 40 次谐波电流 I_h 的 95%概率大值应满足 GB/T 14549 的要求，判定谐波电流合格；
- c) 分布式光储集群间谐波电压 U_{ih} 的 95%概率大值应满足 GB/T 24337 的要求，判定间谐波电压合格。
- d) 分布式光储集群运行应满足当地电站集群运控要求。

6.5.2 分布式光储集群并网运行，谐波和间谐波评价应满足以下要求：

a) 谐波电压要求

公网电压谐波电压（相电压）限值见表 1。

表 1

电网标称电压 kV	电压总谐波畸变率 %	各次谐波电压含有率, %	
		奇次	偶次
0.38	5.0	4.0	2.0
6	4.0	3.2	1.6
10			
35	3.0	2.4	1.2
66			
110	2.0	1.6	0.8

b) 谐波电流要求

公共连接点用户向该点注入的谐波电流分量（方均根值）不应超过表 2 中规定的允许值，当公共连接点处的最小短路容量不同于基准短路容量时，表 2 中的谐波电流允许值的换算参考 GB/T 14549-1993。

表 2 注入公共连接点的谐波电流允许值

标准 电压 kV	基准短路 容 量 MVA	谐波次数及谐波电流允许值, A																							
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
0.38	10	78	62	39	62	26	44	19	21	16	28	13	24	11	12	9.7	18	8.6	16	7.8	8.9	7.1	14	6.5	12
6	100	43	34	21	34	14	24	11	11	8.5	16	7.1	13	6.1	6.8	5.3	10	4.7	9.0	4.3	4.9	3.9	7.4	3.6	6.8
10	100	26	20	13	20	8.5	15	6.4	6.8	5.1	9.3	4.3	7.9	3.7	4.1	3.2	6.0	2.8	5.4	2.6	2.9	2.3	4.5	2.1	4.1
35	250	15	12	7.7	12	5.1	8.8	3.8	4.1	3.1	5.6	2.6	4.7	2.2	2.5	1.9	3.6	1.7	3.2	1.5	1.8	1.4	2.7	1.3	2.5
66	500	16	13	8.1	13	5.4	9.3	4.1	4.3	3.3	5.9	2.7	5.0	2.3	2.6	2.0	3.8	1.8	3.4	1.6	1.9	1.5	2.8	1.4	2.6
110	750	12	9.6	6.0	9.6	4.0	6.8	3.0	3.2	2.4	4.3	2.0	3.7	1.7	1.9	1.5	2.8	1.3	2.5	1.2	1.4	1.1	2.1	1.0	1.9

注:220kV 基准短路容量取 2 000MVA

同一公共连接点的每个用户向电网注入的谐波电流允许值按此用户在该点的协议容量与其公共连接点的供电设备容量之比进行分配。分配的计算方法参考 GB/T 14549-1993。测量谐波的方法、数据处理及测量仪器的规定见 GB/T 12325-2008。

6.6 集群控制器的聚合功能

6.6.1 集群-设备数据接入与配置功能

- a) 应具备设备信息展示功能。接入支持集群中各个设备信息，实现设备的参数展示。

b) 应具备设备信息修改功能。实现对设备信息的修改，包括设备参数的修改、设备与集群从属关系的修改。

6.6.2 集群功率聚合可调节能力评估

a) 可评估集群有功-无功聚合调节能力。考虑设备功率可调节范围的技术约束条件，计算集群并网点处单时段的有功和无功功率可调节范围。

b) 可计算集群中发电机类资源聚合结果。依次聚合各集群中发电机类资源聚合结果，用并网点处聚合等效功率可调节能力上下限、聚合等效爬坡能力的上下限等参数表示。

c) 可计算集群中储能类资源聚合结果。依次聚合各集群中储能类资源聚合结果，用并网点处聚合等效功率可调节能力上下限、聚合等效储能能力的上下限等参数表示。

6.6.3 集群功率聚合经济性评估

计算集群并网点处单时段的集群内设备有功功率聚合控制后对经济性的影响。

6.7 故障录波

a) 电力系统出现扰动导致集群控制器所监测并网点电气量出现异常时，集群控制器应自动触发故障录波功能，记录故障或扰动发生前后各接入量的实时数据。

b) 运行维护单位应在集群控制器投运前，给定故障录波的触发条件。集群控制器应具备友好的用户接口，接受用户对故障录波触发条件的整定。

c) 故障录波文件应符合 ANSI/IEEE C37.111-1991 (COMTRADE) 的要求。

d) 集群控制器应能接受主站的召唤指令，向主站传送历史故障录波数据和暂态数据。

附录 A
(规范性)
主动支撑型分布式光储集群控制系统典型架构

A.1 主动支撑型分布式光储集群控制系统典型架构

