

ICS

CCS

团体标准

T/SDPEA 00XX-2026

分布式可控资源与电网互动及协同规划 技术规范 (征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

山东省电力行业协会 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 基本规定	2
5 分布式可控资源聚合外特性描述原则	3
6 分布式可控资源与电网时空互济评价原则与流程	6
7 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划原则与流程	7

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。

本文件由山东省电力行业协会提出并解释。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

分布式可控资源与电网互动及协同规划技术规范

1 范围

本文件规定了面向电网规划的分布式可控资源（DCRs）的分类与特性、接入电网的资源聚合与电网互动潜力评估的技术要求，以及在电网规划中的应用。

本文件适用于指导电力系统规划技术人员开展分布式可控资源配置、电网规划与运行评估工作。

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/T 32672 电力需求响应系统通用技术规范

DL/T 5729 配电网规划设计技术导则

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/T 15543 电能质量 三相电压不平衡

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波

GB/T 25070 信息安全技术 网络安全等级保护安全设计技术要求

3 术语和定义

3.1 分布式可控资源 Distributed Controllable Resources, DCRs

定义：接入 35 千伏及以下电压等级电网，在电力系统运行或电力市场环境下具备可调节能力，能够接受调度指令进行直接控制，或自主响应市场价格与激励信号的各类分布式资源。

注：包括但不限于分布式电源、分布式储能、可调节负荷及其组合等。

3.2 分布式可控资源聚合体 (Resource Aggregation Body / Aggregator)

定义：通过通信、控制将一定区域内多个分布式可控资源聚合形成的，能作为一个整体参与电网调度或市场交易的聚合单元，并对外呈现统一的调节特性和响应能力。

3.3 时空互济潜力 (Spatio-temporal Complementarity Potential)

定义：不同类型及地理位置的分布式可控资源，通过优化配置与协同调度，其调节能力在时间与空间维度上相互补充支撑，以共同提升电力系统综合性能的潜在能力。

3.4 需求响应 (Demand Response, DR)

定义：电力用户对实施机构发布的价格信号或激励机制做出响应，并改变电力消费模式的一种参与行为。

[来源：GB/T 32672—2016, 3.1]

3.5 聚合体外特性 (External Characteristics of Aggregation Body)

定义：资源聚合体作为等效单元，向电网调度机构或电力市场呈现的包括可调功率范围、响应速率、持续调节时间、调节成本在内的综合外部行为特征。

3.6 调节容量 regulation capacity

分布式可控资源聚合体根据指令可达到的最大输出功率与最小输出功率的差值。

注：分布式可控资源聚合体消耗功率时，输出功率为负值。

3.7 响应时间 response time

自聚合体运营商或电网调度发出指令开始，到聚合体输出功率按照指令方向变化至超出阈值的时间。

3.8 爬坡率 ramp rate

分布式可控资源聚合体每分钟单方向功率变化量占调节容量的百分比。

4 基本规定

4.1 分布式可控资源与电网互动与协同规划应紧密结合新型电力系统建设要求，促进实现清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的目标。

4.2 分布式可控资源与电网互动与协同规划，应考虑分布式可控资源与电网的时空互济潜力，应考虑分布式资源的空间分布，对风光资源富集区与负荷密集区实行差异化配置，同时考虑日内峰谷调节与季节性能源互补的时间尺度约束。

4.2 分布式可控资源与电网互动与协同规划应基于所在区域产业发展、能源供需特点、电力系统规划、电力市场机制、用户参与意愿等因素，实现源网荷储各类资源的优化配置和高效

利用、配电系统的供需协同和设备利用效率提升。

4.3 分布式可控资源与电网互动与协同规划应结合等不同应用场景的要求,开展仿真计算,对资源进行调查、分析,设计分布式可控资源配置方案,并对分布式可控资源与电网时空互济潜力进行评估。

4.4 分布式可控资源与电网互动与协同规划流程宜包括明确规划目标、分布式可控资源聚合、时空互济价值计算与评估、规划方案设计、规划方案生成共五个环节,规划流程图1。

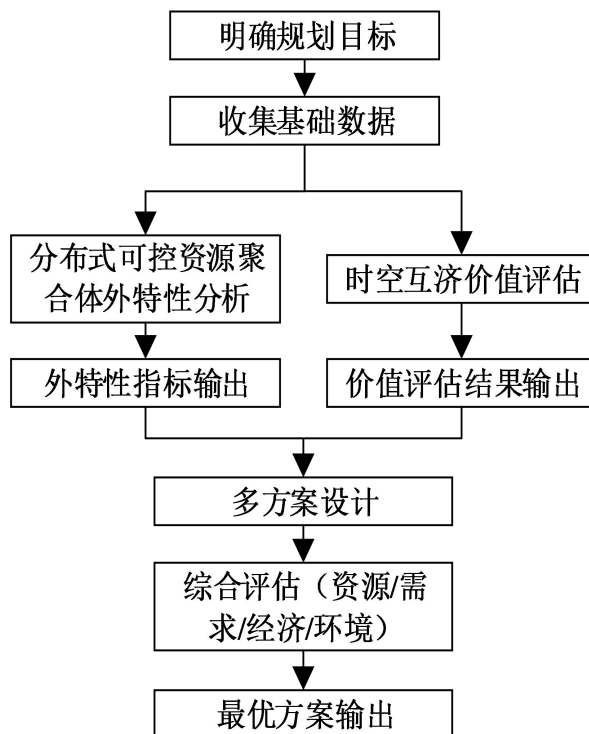


图 1 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划

5 分布式可控资源聚合

5.1 开展电网规划时,宜对在特定区域内、具备相似或互补调节特性、且单个体容量较小但总体规模可观的同类或异类分布式可控资源进行聚合,聚合时应考虑分布式可控资源的类型、容量、地理位置等因素。

5.2 分布式可控资源聚合体聚合规模与地理范围的确定,应根据电网运行的不同层级应用,确定参与聚合的分布式可控资源地理或电气位置范围。对于主网调峰、调频或电能量交易,应在省域范围内确定,对于配网层级应用,应根据相应电压等级和配网范围确定。

5.2.1 分布式可控资源聚合规模应满足以下要求：

1) 聚合规模的确定应满足聚合体参与特定电网服务或市场交易对最小容量或响应能力的要求，同时，应考虑所聚合的不同类型分布式可控资源的响应速率、调节精度、持续时间等特性，通过合理匹配资源组合以达到期望的聚合体整体响应能力。

2) 聚合规模应考虑技术经济性，应分析聚合规模扩大所带来的边际效益与管理成本、通信成本及控制复杂度增加之间的关系，据此寻求最优经济规模。

3) 聚合方案的设计宜具备良好的可扩展性，以适应未来分布式可控资源的接入和市场需求的变化。

5.2.2 分布式可控资源聚合地理范围划分应满足以下要求：

1) 可根据行政区划、调度分区或特定负荷区域进行合理划定，以避免管理难度增加和响应协同效率降低。

2) 宜优先选择分布式可控资源分布密集、种类丰富的区域，以提高聚合效率和资源互补性。

3) 应充分考虑电网约束，宜优先在同一供电区域、同一电压等级或电气联系紧密的区域进行资源聚合，以减少网络约束对聚合体效益发挥的潜在影响。

4) 应具备数据采集、双向信息通信、数据传输加密及校核能力，保证聚合体内各分布式可控资源与聚合控制中心之间具备可靠、经济且低时延的双向通信能力。

5.3 分布式可控资源聚合应确保聚合体整体的运行安全性，避免因资源聚合调用引发电网局部过载或设备运行异常问题，保障电网安全稳定运行。

5.4 分布式可控资源参与聚合调节时，谐波注入电流、间谐波、电压偏差、电压波动和闪变值等电能质量参数应分别满足 GB/T 14549、GB/T 24337、GB/T 12325、GB/T 12326、GB/T 15543 中相关规定。

6 分布式可控资源聚合体等效外特性建模

6.1 分布式可控资源聚合体建模应满足上级调度系统的建模要求以及市场交易的基本参数要求，应考虑源网荷储各类资源约束，具体包括以下内容。

1) 应充分计核内部各单体资源的状态约束，包括储能的荷电状态（SOC）上下限、分布式电源的出力上下限，以及可控负荷的调节时段与调节量限制等。

2) 应考虑各类用户负荷的相关约束，具体包括用户对舒适度的要求、既定的生产计划要求，以及电动汽车用户的实际出行需求。

3) 应严格遵守设备固有的物理约束，例如变压器的额定容量限制、线路的允许潮流限制，以及开关设备的允许操作次数限制。

4) 应将网络安全约束纳入考量，满足 GB/T 25070、GB/T 22239 相关规定，必须评估聚合体的调节行为对配电网局部电压、潮流分布的潜在影响，并确保各项运行参数不发生越限情况。

5) 应能够充分反映内部资源的多样性和动态变化特性，宜采用滚动更新的机制，依据最新的资源状态信息和预测数据，持续更新并发布聚合体的调节能力边界。

6.2 分布式可控资源聚合体应规范其调节能力、响应特性及运行约束的关键参数，聚合体内部资源具体参数宜参考表 1。关键参数的获取宜基于历史统计数据、典型气象场景预测以及设备全寿命周期衰减特性进行合理取值或设置典型概率分布。

表 1 分布式可控资源关键参数

分布式可控资源	关键参数
分布式电源	并网电压等级、额定功率/容量、最小技术出力、最大可调出力上限、功率变化速率（上爬速率、下滑速率）、出力预测精度、功率因数调节范围、电压支撑能力、故障穿越能力
储能	并网电压等级、额定功率、额定容量、最大充放电功率、充放电倍率、可用容量范围（SOC 上下限）、充放电效率、响应时间、持续充放电时间、循环寿命、并网接口特性、功率控制模式。
可平移负荷	并网电压等级、额定功率、可平移时间窗口、单位平移成本、响应延迟
可削减/中断负荷	额定功率、可削减/中断容量、最大削减/中断持续时间、响应时间、中断频率约束、补偿标准
温控负荷	并网电压等级、额定功率、温度调节范围、热力学特性（如热容、热阻）、用户舒适度约束
电动汽车	电池额定容量、充放电功率上下限、SOC 管理范围、充放电效率、响应时间、用户出行需求（如期望离车 SOC、预计并网时长）

6.3 为适应规划需求，聚合模型应进行适当降维和简化，宜忽略毫秒/秒级的高频暂态响应过程，采用小时级或更长时间步长的稳态或准稳态等效能量边界进行外特性描述。

6.4 分布式可控资源聚合体可调节容量应明确其在不同时间尺度（如日前、日内、实时）可提供的最大上调功率和最大下调功率（或最大充电功率），可调功率范围应根据内部资源的技术约束、用户约束、状态动态以及所采用的聚合策略确定。

6.5 对于包含储能或可平移负荷的聚合体，其可调能量应明确总调节能量和持续调节时间。

6.6 分布式可控资源聚合体的运行成本应通过其参与调度的成本函数或效益期望来体现，应反映内部资源的机会成本、运行损耗以及用户补偿等因素。

6.7 分布式可控资源聚合体的启停特性与持续运行约束应明确其作为一个整体的最小启动功率、最小运行时长以及最大连续调节次数等限制条件。

7 分布式可控资源与电网互动

7.1 分布式可控资源与电网的互动应综合考虑安全、经济、政策等多重因素，采取协调控制和优化运行等技术手段，维持系统整体的能量平衡和稳定的能源供应，应明确分布式可控资源在不同时空场景下对电网的价值贡献，为电网规划提供科学依据。

7.2 分布式可控资源与电网的时空互济潜力评价应设置评价指标进行量化评价，评价指标设置应满足系统性、可操作性、闭环性要求。

7.2.1 系统性要求基于资源的时空分布特性、电网不同时段的供需状况以及电力市场环境等因素，综合考量资源与电网在时间和空间维度上的互补与协同效益，确保指标覆盖源网荷储全链条：

7.2.2 可操作性要求建立可量化、可追溯、可对比的指标框架，配套清晰的数据采集与评价流程，以便不同区域、不同阶段横向对标；

7.2.3 闭环性要求评价结果直接服务于规划调整、调度优化、市场激励与聚合策略迭代，形成“规划-运行-再评价”滚动改进机制。

7.3 分布式可控资源与电网的时空互济潜力评价应建立涵盖技术性、经济性、安全性和环保的评估指标体系，评价指标设置宜包括经济性指标、安全性指标、环保性指标，具体指标定义及计算公式详见附录 A。

7.4 分布式可控资源与电网的时空互济潜力评价流程宜包括指标体系构建、数据准备、指标计算、综合计算结果、结果反馈等步骤。

1) 指标选取：依据区域能源结构与项目目标，从五大维度中确定评价指标集合并明确评价周期；

2) 数据准备：完成测量数据和模拟数据的同步、清洗与融合，确保口径统一且可追溯；

3) 指标量化：安全稳定性与灵活调节性依托潮流及动态仿真结果，经济效益结合分时成本-收益分析，低碳环保引用碳排放折算系数，用户感知通过问卷与智能计量数据融合；

4) 结果综合：采用加权评分或多维对比方法生成综合评价得分，并对薄弱环节提出改进建议；

5) 闭环应用：将综合评价结论反馈至规划修订、调度策略及市场机制，形成持续改进闭环，确保 DCRs 与电网时空互济能力的动态提升。

8 规划方案设计

8.1 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划方案设计相关技术原则应满足 DL / T 5729-2023 要求。

8.2 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划方案设计应紧密围绕新型电力系统清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能的目标，充分结合分布式可控资源的时空分布特点与电网的发展需求。

8.3 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划方案应在电网规划过程中，对分布式可控资源的接入规模、接入位置及运行方式进行合理规划，优化电网结构，提升电网对分布式可控资源的接纳能力与调控水平。

8.4 考虑分布式可控资源与电网时空互济的电网规划方案应通过技术经济比较，综合考虑资源禀赋、系统需求、经济效益、环境效益等因素，设计多套电网规划方案，并对方案进行评估，选取最优方案，以实现分布式可控资源与电网的时空互济和协同发展，提升电力系统的整体运行效率与可靠性。

附录 A

（资料性）

A.1 经济性评估指标

A.1.1 用户收益

用户收益指标用于评价灵活负荷、储能及新能源等分布式可控资源参与现货市场或辅助服务后，对终端用能成本的改善幅度。计算见公式（A.1）：

$$R_{user} = P_{price} \times E_{adj} \quad (A.1)$$

式中：

R_{user} ——用户参与现货市场的收益大小

P_{price} ——单位调节电价

E_{adj} ——可控资源聚合体（或虚拟电厂）参与现货市场的调节电量大小

A.1.2 系统收益

系统收益指标用于评价通过削峰填谷、减少备用容量及辅助服务支出等措施，给整体系统带来的运行成本节约。计算见公式（A.2）：

$$C_{save} = C_{without} - C_{with} \quad (A.2)$$

式中：

C_{save} ——分布式可控资源聚合体（VPP）启动带来的电力系统运行成本节约

$C_{without}$ ——不考虑分布式可控资源聚合体（VPP）参与电网调度的电力系统总运行成本

C_{with} ——考虑分布式可控资源聚合体（VPP）参与电网调度的电力系统总运行成本

A.2 安全性评估指标

A.2.1 切负荷率

切负荷率指标用于衡量在事故或极端工况下，通过负荷削减维持系统安全运行的比例。计算见公式（A.3）：

$$\gamma_{cut} = \frac{L_{cut}}{L_{total}} \times 100\% \quad (A.3)$$

式中：

γ_{cut} ——切负荷率

L_{cut} —— 切负荷量

L_{total} —— 系统总负荷电量。

A. 2. 2 峰谷差

峰谷差指标用于评价日负荷曲线平滑度及系统面临的调峰压力。计算见公式 (A. 4)：

$$\Delta P = P_{max} - P_{min} \quad (A. 4)$$

A. 3 环保性评估指标

A. 3. 1 弃电率

弃电率指标用于度量因局部消纳受限导致的可再生能源出力浪费水平。计算见公式 (A. 5)：

$$\gamma_{abandon} = \frac{\sum(P_{re,max} - P_{re,actual})}{\sum P_{re,max}} \times 100\% \quad (A. 4)$$

式中：

$\gamma_{abandon}$ —— 电力系统总弃电率

$P_{re,max}$ —— 风光机组出力最大值

$P_{re,actual}$ —— 风光机组的实际出力

A. 3. 2 碳排放量

碳排放量指标用于追踪源-网-荷-储协同调度后的温室气体排放总量。计算见公式 (A. 6)：

$$E_{carbon} = \sum_{t=1}^T \sum_{i \in G} (a_i P_{i,t}^2 + b_i P_{i,t} + c_i) \quad (A. 4)$$

式中：

E_{carbon} —— 碳排放量

T —— 系统的运行周期

G —— 火电机组集合

a_i, b_i, c_i —— 火电机组的煤耗系数

$P_{i,t}$ —— 第 i 台火电机组时刻 t 有功出力

A. 4 技术性评估指标

A. 4. 1 调节容量

调节容量指聚合体根据指令可达到的最大输出功率与最小输出功率的差值。计算见公式 (A.7) :

$$P_{adj} = \max_{t \in [T_S, T_E]} \left(\sum_{i \in RES} \Delta P_i^t \right) \quad (A.4)$$

式中:

P_{adj} —— 调节容量

ΔP_i^t —— 资源 i 在 t 时刻的调节量

RES —— 分布式可控资源集合

T_S, T_E —— 调节评估的起始与结束时刻

A.4.2 响应时间

响应时间指自聚合体运营商或电网调度发出指令开始, 到聚合体输出功率按照指令方向变化至超出阈值的时间。计算见公式 (A.8) :

$$T_n = t_{action} - t_{order} \quad (A.4)$$

式中:

T_n —— 响应时间指标

t_{action} —— 聚合体输出功率按照指令方向变化至超出阈值的时刻

t_{order} —— 发出指令时刻

A.4.3 爬坡率

爬坡率指聚合体每分钟单方向功率变化量占调节容量的百分比。计算见公式 (A.9) :

$$k = \frac{L_{step}}{P_{adj}} \times 100\% \quad (A.4)$$

式中:

k —— 爬坡率, 单位为百分比每分钟 (%/min)

L_{step} —— 聚合体每分钟单方向功率变化量, 单位为千瓦每分钟 (kW/min)

P_{adj} —— 聚合体调节容量, 单位为千瓦 (kW)

参考文献

- GB/T 28569-2024 《电动汽车交流充电桩电能计量》
- GB/T 31464-2015 《电力储能系统术语》
- GB/T 33589-2017 《微电网接入电力系统技术规定》
- GB/T 33593-2017 《分布式电源并网技术要求》
- GB/T 34131-2023 《电力储能用电池管理系统》
- GB/T 36278-2018 《电动汽车充换电设施接入配电网技术规范》
- GB/T 36547-2024 《电化学储能电站接入电网技术规定》
- GB/T 40590-2021 《虚拟电厂管理规范》
- GB/T 40595-2021 《并网电源一次调频技术规定及试验导则》
- GB/T 40601-2021 《电力系统实时数字仿真技术要求》
- GB/T 42293-2023 《需求响应 资源聚合管理规范》
- GB/T 42390-2023 《虚拟电厂调控运行技术规范》
- GB/T 42716-2023 《电化学储能电站建模导则》
- GB/T 43493-2023 《虚拟电厂通信技术要求》
- DLIT 1378-2014 《电力系统技术经济评价导则》
- DLIT 1474-2015 《含分布式电源的配电网规划技术导则》
- DLIT 1867-2018 《电力需求响应信息交换规范》
- DL/T 1870-2018 《虚拟电厂并网技术规范》
- DL/T 2071-2019 《虚拟电厂运营管理技术规范》
- DL/T 2121-2020 《储能系统接入配电网设计规范》
- DL/T 2473.1-2022 《可调节负荷并网运行与控制技术规范 第1部分:资源接入》
- DL/T 2473.2-2022 《可调节负荷并网运行与控制技术规范 第2部分:网络安全防护》
- DL/T 2473.5-2022 《可调节负荷并网运行与控制技术规范 第5部分:负荷能力评估》