

团 标 准

T/CES XXX-XXXX

低碳城市配电网调控系统技术规范

The technology standard for the low-carbon
city distribution network regulation system

(征求意见稿)

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 灵活资源识别	3
3.4 主配微多级协同	3
3.5 灵活组网	4
3.6 协同控制	4
3.7 运行方式优化	4
3.8 低碳城市配电网	4
4 总体原则	4
4.1 系统构成	4
4.2 硬件构成	4
4.3 软件构成	5
5 系统基本功能	6
5.1 区域灵活资源识别与分类建模功能	6
5.2 低碳响应效果实时监测与评估功能	6
5.3 潮流计算功能（选配）	6
5.6 区域微电网自律运行功能	7
5.7 有功-无功协同控制功能	7
5.8 灵活资源减碳响应功能	7
6 系统扩展功能	7
6.1 碳势感知与碳减排评估核算功能	7
6.2 系统主动组网重构与应急调控扩展功能	8
6.3 扰动下灵活资源协同动态控制功能	8
6.4 分区协同调度风险评估功能	9
7 数据通信	9

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、广东电网有限责任公司、东方电子股份有限公司、天津天大求实电力新技术股份有限公司、珠海澳大科技股份有限公司。

本文件主要起草人吴文传、蔺晨晖、侯恺、姜云鹏、戴观权、牛振勇、周荣生、罗林欢、周岐林、惠红勋、吴俊越、黎海金、吕凤棋、刘泽宇、陈庚睿、王兆延、吕佳欣。

本文件为首次发布。

低碳城市配电网调控系统技术规范

1 范围

本文件规定了低碳城市配电网调控系统的一般原则和技术要求，包括系统功能、系统功能性能参数和通信与信息安全。

本文件适用于地区调度自动化的低碳灵活调控功能模块，主配微协同调控系统亦可以参考。

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。

T/CEPPEA 5012-2022	主动配电网设计规范
T/CES 245-2023	微电网智能调度系统设计规范
T/CEC 95311-2024	区域配电网碳排放核算规范
Q/CSG 1204151-2022	南方电网配电主站自愈功能技术规范
DL/T 5002-2005	地区电网调度自动化设计技术规程
DL/T 5003-2005	电力系统调度自动化设计技术规定
DL/T 516-2006	电力调度自动化系统运行管理规程
DL/T 1649-2016	配电网调度控制系统技术规范
DL/T 1870-2018	电力系统网源协调技术规范
DL/T 1870-2018	电力系统网源协调技术规范
DL/T 2645-2023	配电网分布式保护技术规范
GB/T 34129-2017	微电网接入配电网测试规范
GB/T 34930-2017	微电网接入配电网运行控制规范
GB/T 44260-2024	虚拟电厂资源配置与评估技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 灵活资源识别

系统基于配电网内多类型灵活资源（如可控负荷、分布式电源与储能设施）实时运行数据，辨识其低碳调控潜力，构建动态响应模型。

3.2 低碳响应

系统结合负荷预测、可再生能源出力预测与气象数据，评估灵活资源在不同时间尺度（如分钟级、小时级、日级）上的减碳潜力。

3.3 节点碳势

各个节点所能提供或吸收的碳排放量与碳减排潜力。它反映了每个节点在低碳或碳中和目标下的能效和碳管理能力，通常用于评估和优化能源系统的碳排放水平。

3.4 主配微多级协同

调控系统在城市配电网中，面向主网、配电网与微网多层级，统一感知运行状态、制定分层策略、实现多级联动控制的能力。

3.5 灵活组网

根据实际需求和运行条件,灵活地调整和重配置网络结构、连接方式和资源分配的能力,涉及网络的优化和应变。

3.6 协同控制

基于最新预测信息和系统运行状态,在固定时间间隔内周期性更新调度决策和控制策略,以应对系统动态变化和不确定性的优化方法。

3.7 运行方式优化

在城市配电网调控过程中,通过对不同设备的动态特性与运行需求,资源调度和配置的优化,以达到提升系统效率、降低能耗和成本,或是提高系统稳定性、灵活性等目标。

3.8 低碳城市配电网

基于低碳技术和措施来减少能源消耗和碳排放的城市配电网。其核心目标是通过优化电力资源的配置、使用清洁能源、提升能效等方式,实现能源的绿色、低碳供应,促进城市向可持续、低碳化方向发展。

4 总体原则

4.1 系统构成

低碳城市配电网调控系统属于以分布式新能源为主体的新型电力系统(下文简称该系统),可基于现有的调控主站系统进行建设。该系统通过汇聚现有调控主站系统接入的分布式资源数据信息、结合实际电网的模型和数据,首先进行了涵盖节点碳势、柔性资源接入和动态模型构建等基础建模支撑功能,进一步进行主配网灵活组网、动态安全分区及资源动态聚合组网重构,最后实现分区互动调控和故障互动调控两种维度的调控。

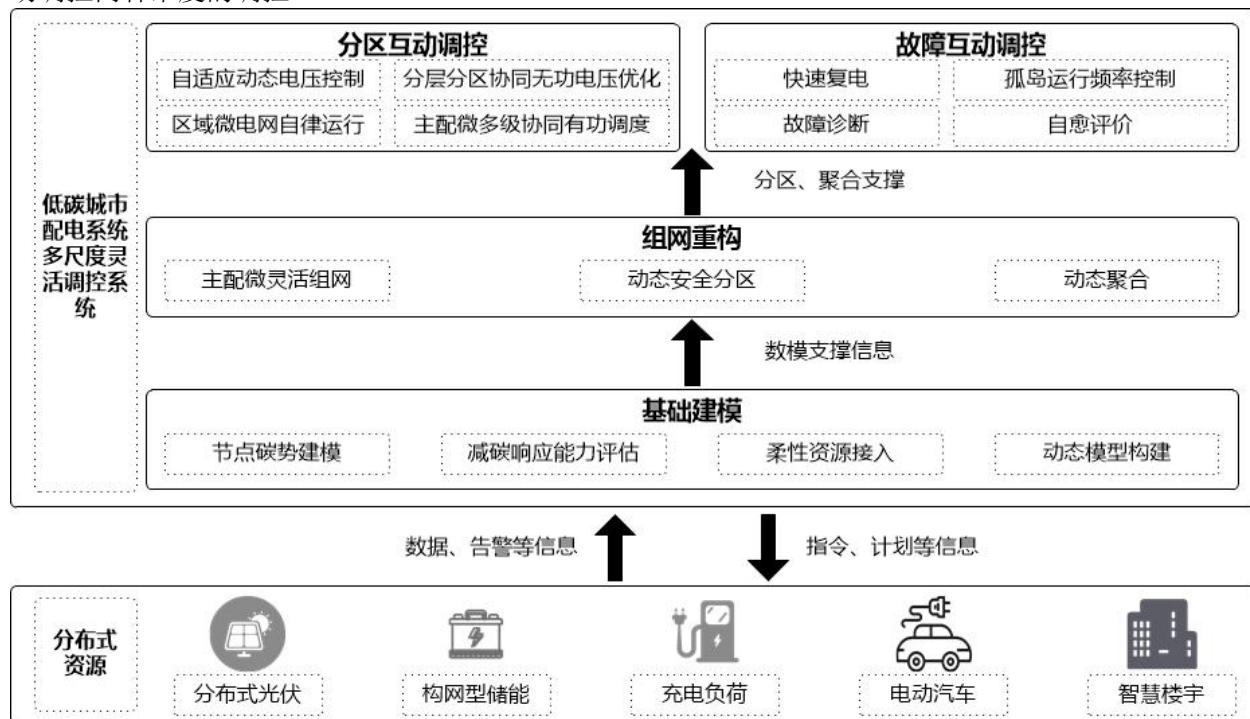


图 4-1 系统架构图

4.2 硬件构成

低碳城市配电网调控系统主站硬件构成如图 4-2 所示,包括服务器、工作站、网络设备和配套设备等,均应满足 GB/T 13730 相关规定。

低碳城市配电网调控系统可分为安全生产控制区和安全生产管理区。安全生产控制区包括了数据库服务器、控制服务器、计算服务器、应用服务器和运行工作站、网络设备及配套设备；安全生产管理区包括了数据库服务器、计算服务器、应用服务器和运行工作站、网络设备及配套设备。

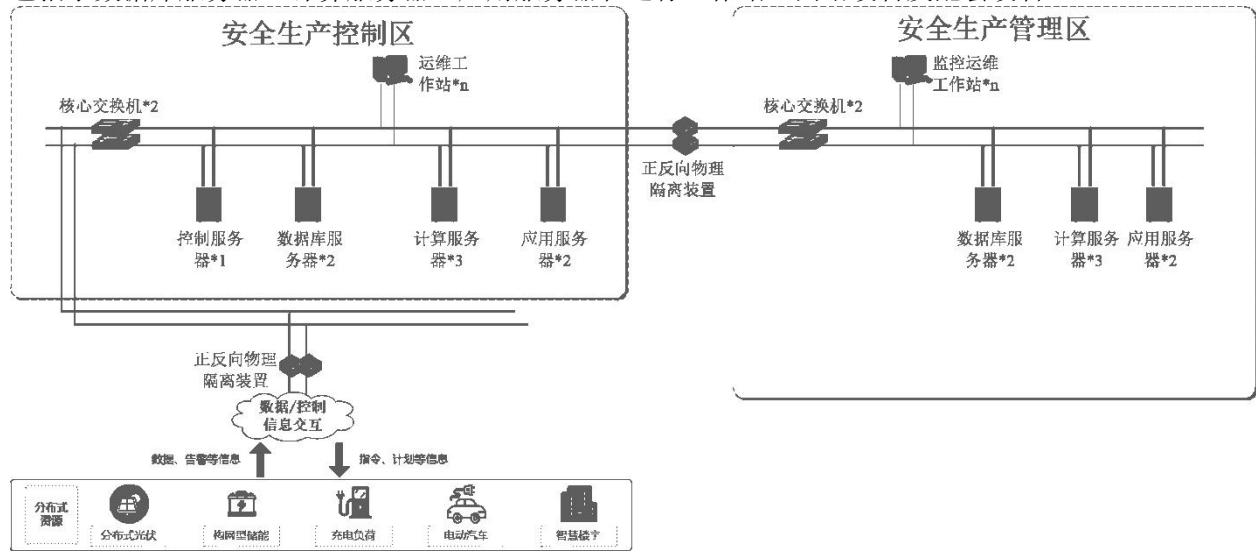


图 4-2 系统结构与硬件配置图

4.3 软件构成

低碳城市配电网调控系统主站软件构成如图 4-3 所示，宜按多层次软件结构设计，遵循模块化设计原则，满足国标 GB/T 13730 相关规定。

低碳城市配电网调控系统可在容器云平台上建设，采用了分布式组件、流计算、微服务和微前端等架构和统一权限服务；在数据存储层上设计了关系库、实时库、时序库和对象存储四类存储方式；该系统在数据接入层汇聚了主网模型、主网运行数据、配网模型、配网运行数据、分布式资源台账和分布式资源运行数据；通过对接入汇聚的数据，构建了基础建模层，设计了节点碳势建模、减碳响应能力评估和动态模型构建三个维度的建模功能；再往上是包括了主配网灵活组网、动态安全分区和动态聚合的组网重构层；核心层是包括了稳态下的分区互动调控和暂态下的故障互动调控；该系统的核心服务和展示服务可以通过统一服务网关进行发布，最后可供展示层的全景监视、态势感知、协同调控和智能评价 4 大模块调用；另外，该系统还支持任务调度、服务监控、运行监视、配置管理和权限管理的调度运维。



图 4-3 软件架构逻辑图

5 系统基本功能

5.1 区域灵活资源识别与分类建模功能

- a) 系统应具备对配电系统内多类型灵活资源（包括可控负荷、分布式电源、储能系统等）进行自动识别与分类建模的能力；
- b) 应支持对灵活资源的运行参数（如容量、响应时间、可控范围等）进行动态更新，提升评估与调度的准确性；
- c) 系统应能根据资源特性与接入点位置，建立分区管理模型，为低碳调控与优化策略提供支撑。

5.2 低碳响应效果实时监测与评估功能

- a) 系统应具备对灵活资源响应执行过程的实时监测功能，采集响应行为、负荷变化、出力调整及对应碳减排量等关键数据；
- b) 应支持基于计划指令与实际执行结果的偏差分析，识别响应执行偏差；
- c) 系统应能按资源类型、响应场景等多维度进行低碳响应效果统计与分析，形成分层次评估结果；
- d) 在响应效果偏差超限时，系统应能自动触发预警，并提供修正建议或备选资源调用方案。

5.3 潮流计算功能（选配）

应满足国标 GB/T 13730 中 5.4 节规定，支持部分 380V 低压网络潮流计算及三相不平衡分析。

5.4 配电系统运行边界识别功能

- a) 系统应具备对主网运行状态（如计划检修、调度切换、潮流限制等）的实时统筹能力，并据此调整配电系统运行边界模型；
- b) 应支持与主网调度系统的数据接口交互，实现主配边界电量、电压、拓扑结构及供电能力等参数的同步更新；
- c) 系统应能依据主网状态识别关键节点、受限路径和可调资源边界，并在需要时对接入微网、分布式能源进行管控策略调整；
- d) 在主网运行异常或接入能力削减情况下，系统应能适时调整配电系统的运行策略和负荷优先级。

5.5 日前运行方式优化与分布式资源安全调度功能

- a) 系统应支持日前运行调度，基于负荷预测、可再生能源出力预测和历史运行规律，制定合理的潮流结构与调控策略；
- b) 应考虑分布式电源的功率出力特性（如间歇性、随机性、功率上下限等）与其接入点的网络承载能力，确保运行方案符合各节点的电压与潮流安全边界；
- c) 系统应提供基于网损优化的多方案比选功能，通过节点分区、柔性负荷调用等手段，在满足安全边界的前提下降低能量损耗；
- d) 应具备对日前计划的滚动修正机制，在资源预测偏差或主网参数更新后自动调整运行方式，提升运行经济性和调控适应性。

5.6 区域微电网自律运行功能

- a) 系统应具备区域微电网内，针对分布式源荷随机投退情形，动态感知系统运行状态变化并自适应调整管理策略的能力；
- b) 系统应支持区域微电网基于上级电网约束与调控需求，实现分布式源荷投退状态的快速感知并动态更新区域微电网运行模型；
- c) 系统应支持分布式源荷资源的动态监测调控，确保区域微电网实现供需动态平衡的同时兼顾碳减排目标。

5.7 有功-无功协同控制功能

- a) 系统应具备潮流转移下的局部传输拥塞的快速识别能力，动态分层调整主网、配电网及微电网的有功功率调度；
- b) 系统应具备多层级电网之间的指令传递和精准响应机制，支持下级电网根据上级电网指令与负荷需求，精准协同调整有功功率调度。
- c) 系统应支持柔性互联装备、多类型分布式源荷资源的跨区协同实时优化控制；
- d) 系统应支持源荷分布不均匀以及功率波动情形下的分区域协同无功电压控制。

5.8 灵活资源减碳响应功能

- a) 系统应具备用于评估光储单元、充电负荷、楼宇负荷以及区域整体在减碳方面的灵活资源响应能力，支持算法库管理、算法匹配管理和算法参数配置等功能。
- b) 应支持与调度系统、生产管理系统等数据集进行汇总，结合电动汽车、充电桩为主的多元灵活资源的特性，生成多元灵活资源互动的碳减排集群优化调控策略。
- c) 应支持灵活资源响应能力评估，包括日前响应能力动态评估、日内响应能力动态评估及实时响应能力动态评估。
- d) 对光伏、储能、柔性负荷、充电负荷等资源以及电网的主变、馈线、台区等设备进行全景监视，具备电源监视、负荷监视、资源分布、重过载监视、反向监视和电压监视等。

6 系统扩展功能

6.1 碳势感知与碳减排评估核算功能

6.1.1 节点碳势建模功能

- a) 系统应支持快速获取配电系统运行数据及多元灵活资源特性信息，包括节点电压、电力潮流、负荷功率、碳排因子等参数；
- b) 应基于不同类型灵活资源的运行特性差异，建立节点碳势模型，支撑碳减排优化调控策略制定；
- c) 系统应具备节点碳势动态更新功能，适应资源状态变化与运行环境调整需求。

6.1.2 动态碳排放核算功能

- a) 系统应支持多类型灵活资源（如可控负荷、分布式电源、储能系统等）的运行状态监测；
- b) 应基于实时负荷特性与碳排放因子变化，进行动态碳排放量核算，准确反映资源运行过程中的碳减排贡献；
- c) 系统应支持碳排放量核算结果的分类统计与可视化展示，按资源类型、时间尺度等维度输出分析报告，支撑碳减排成效评估与调控策略优化。

6.2 系统主动组网重构与应急调控扩展功能

6.2.1 日内主动组网与重构能力

- a) 系统应具备在同一运行日内，根据负荷波动、分布式电源变化、运行策略调整等因素，自动进行组优化与重构调控；
- b) 可实现多时段运行结构切换（如早高峰、午谷、晚高峰），提升潮流均衡与电压稳定水平。

6.2.2 储能协同运行模式

- a) 系统应支持结合储能调控曲线，动态调整配电网运行方式，实现削峰填谷、电压调节等多目标调控；
- b) 应具备根据储能荷电状态、边界功率曲线与预测功率误差动态制储能参与策略；
- c) 支持储能参与节点电压优化、馈线负载重构及计划/实时策略联动。

6.2.3 配网故障场景下的响应能力分析

- a) 系统应支持典型配网故障（如多点跳闸、馈线短路、接地故障等）下的快速识别、区块隔离与供电恢复机制；
- b) 在主站调控策略基础上，应融合边缘智能设备（如开关控制器、故障指示器）进行判别与策略联动；
- c) 具备多路径复电能力和策略联动机制，形成“集中-协同-边缘”多级联动故障恢复模式。

6.2.4 主网非正常运行状态下的应急组网调控

- a) 系统应感知主网在计划检修、电源切换、频率异常、电压跌落等运行异常状态，动态评估配电网运行能力与调控边界；
- b) 可构建局部自主运行结构，调用储能、可控负荷形成具备自稳定能力的本地运行区域；
- c) 应具备应急切换策略与运行方式决策能力，保障关键负荷供电连续性与系统总体稳定性。

6.3 扰动下灵活资源协同动态控制功能

6.3.1 区域微电网动态模型在线构建功能

- a) 系统应具备电网拓扑感知能力，并支持基于多元构网型设备灵活控制特性，融合电网实时拓扑变化与潮流约束条件，实时动态生成区域微电网运行模型；
- b) 系统应支持实时感知分布式源荷变化、电网拓扑变化及潮流演变情况，动态更新区域微电网运行模型参数。

6.3.2 自适应协调动态电压控制功能

- a) 系统应具备电压波动快速感知能力，实现源荷扰动下动态电压控制，快速平抑电压波动；
- b) 系统应具备分层次动态电压控制策略，同时兼顾局部节点电压与全局电压的安全稳定目标；
- c) 系统应支持协调统筹柔性互联装备和分布式能源资源配置，动态调整无功分配。

6.3.3 孤网运行动态频率控制功能

- a) 系统应支持孤网模式下柔性装备快速功率支撑, 动态实现频率偏差抑制与恢复;
- b) 系统应能实时监测系统频率变化趋势与柔性装备状态, 动态调整功率控制策略。

6.3.4 灵活资源动态协同优化配置功能

- a) 系统应支持储能系统、电动汽车等多种灵活资源的状态感知与控制能力, 根据不同扰动类型动态分配灵活资源参与电压支撑、频率调节或潮流优化任务;
- b) 系统应具备灵活资源优先级调度和滚动优化机制, 实现经济低碳的资源最优协同利用。

6.4 分区协同调度风险评估功能

系统应支持分区协同调度调控前后的风险评估功能, 包括分区协同调度调控前, 对分区运行安全性、分区资源运行状况的风险评估以及分区协同调度调控后, 对分区调控策略执行情况的评估、分区资源安全运行风险评估。

7 数据通信

数据通信方式及协议见 GB/T 13730 中 3.4.4、3.4.5 节的规定。
