

# 中国电力规划设计协会团体标准宣传系列

## T/CEPPEA5012-2022 《主动配电网设计规范》

标准起草单位：北京电力经济技术研究院有限公司

天津电力设计院有限公司

珠海电力设计院有限公司

标准起草人：夏泉、杨然静、李瑛、郭庆宇、宋宝同、陈世龙、孟宪利、王方敏、卞斌、王婷婷、刘剑、江辉鸿、李梦乔、曹辰、鞠力

标准审查专家：叶军、闫培丽、杨汝泉、李久程、杜松怀、陈艳霞、王坚、丁敏、张来、李雪男、陈尚、杨琼、姜百超

撰稿人：夏泉、宋宝同、杨然静、郭庆宇

标准获取通道：协会官网 (<https://www.ceppea.net/>) 首页“中外电力工程技术标准数据管理平台入口”

中外电力工程技术标准数据管理平台离线客户端（会员单位）

### 一、编制背景

随着碳达峰碳中和进程的推进，我国将构建新能源占比逐渐提高的新型电力系统，以太阳能、风能等新能源发电为供给主体，以坚强智能电网为配置平台，以源网荷储相互互动与多能互补为重要支撑，具有清洁低碳、安全充裕、经济高效、供需协同、灵活智能为基本特征的电力系统。在配电网中，分布式电源、储能、电动汽车等灵活性负荷不断增多，传统配电网逐渐从被动模式向主动模式转变。

国际大电网会议（CIGRE）C6.11 工作组于 2008 年提出了主动配电网（active distribution network,ADN）的概念，将主动配电网定义为：综合控制分布式能源（包括分布式发电、柔性负荷和储能装置）的配电网；运用灵活的网络技术调整潮流的分布；分布式能源在其合理的监管环境和接入准则基础上，向系统提供一定程度的辅助服务支撑。该定义得到了广泛认可。

国内外对主动配电网 ADN 的研究工作蓬勃开展，实施了很多示范工程，但没有相应的设计标准可以遵循。

### 二、主要内容

本标准旨在研究与总结国内外主动配电网设计、建设与发展情况，对主动配电网的网架结构及接线模式、分布式电源、储能系统、配电网设施、二次系统、通信与信息系统、智能用电与能源管理、土建等方面的发展提出技术指导。

本标准适用于 35kV（或±50kV）及以下电压等级主动配电网的设计工作。

标准正文共设 13 章：范围、规范性引用文件、术语和定义、缩略语、总体原则、主动配电网结构及接线模式、分布式电源、储能系统、配电网设施、二次系统、通信与信息系统、智能用电与能源管理、土建。

规范性附录 A、B：供电区域划分、交直流配电网典型互联方式。

资料性附录 C~G：直流侧电网结构、直流配电网接线方式、并网点和公共连接点连接方式、主动配电网管理系统网络结构、主动配电网信息系统。

本标准的正式实施填补了主动配电网规划设计方面的空白，对助力我国电力行业实现“双碳”目标、更好开展“新型电力系统”建设具有推动作用。

### 三、与现行标准比较的技术优势

目前，指导配电网及新能源规划设计的相关标准主要有 DL/T 5542《配电网规划设计规程》、GB/T 33593《分布式电源并网技术要求》、GB/T 36547《电化学储能接入电网技术规定》、GB 50054《低压配电设计规范》、DL/Z 1697《柔性直流配电系统用电压源换流器技术导则》、GB/T 33982《分布式电源并网继电保护技术规范》、GB/T 29328《重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范》等。相关标准主要是基于传统交流配电网规划设计、分布式电源并网技术要求、以及储能本体设计等，未能突出主动配电网设计的主要特点，均非针对主动配电网系统性的专属设计规范。

本标准对主动配电网的网架结构及接线模式、分布式电源、储能系统、配电网设施、二次系统、通信与信息系统、智能用电与能源管理、土建等设计给出了一体化的解决方案，对工程建设实践具有很强的指导意义。

与相关标准比较的技术优势如表 1 所示。

表 1 与相关标准比较的技术优势

序号	对比项	国内外水平	本项目水平	技术优势
1	网架结构及接线模式	DL/T 5542-2018《配电网规划设计规程》侧重于交流网架结构	凝练总结了主动配电网的 3 种典型网架互联方式,5 种典型直流侧电网拓扑结构,3 种典型直流配电网接线方式	提出了包含交直流的主动配电网典型结构
2	应用场景		对不同场景主动配电网提出	

			了相适应的网架和接线形式	
3	分布式电源与配电变压器容量关系	GB/T 33593 《分布式电源并网技术要求》对分布式电源接入容量未明确参考数值	接入分布式电源后其上级配电变压器反向潮流不宜大于变压器容量的 80%	优化了配置分布式能源，进一步提升主动配电网接入清洁能源的能力
4	新能源配储比例	GB/T 36547 《电化学储能接入电网技术规定》，对新能源配储比例未给出明确规定	新能源侧储能容量配置宜为新能源装机功率的 10%~20%，时间可按 1h~2h 考虑	
5	提出由中心控制层、区域控制层、就地控制层、配电设备层构成主动配电网管理系统	GB/T 33593 《分布式电源并网技术要求》未对主动配电网管理系统构成作出配置规定	明确提出主动配电网管理系统的分层架构及各层功能，并提出系统结构图	提出主动配电网管理系统的清晰架构及综合管理策略
6	用电和管理及故障控制	GB/T 33982 《分布式电源并网继电保护技术规范》未对用电和管理及故障控制作出明确要求。	提出管理系统与调度计划、预测数据、实时数据与负荷特性及分布式电源份额计划、储能充放电计划的策略	
7	灵活性负荷	DL/T 5729 《配电网规划设计技术导则》对负荷需求管理未作出明确要求	提出了灵活性负荷的原则性要求	
8	虚拟电厂		提出了需求响应、虚拟电厂的运行控制要求	适应现代智慧配电网的发展

#### 四、重点条文解读

标准正文共设 13 章，内容丰富。

为方便阅读，条文原文采用楷体加下划线；解读内容采用仿宋。

下面 3 个术语是对标准重点条文解读理解的基础：

##### 3.1 主动配电网 active distribution network

内部含有分布式电源、储能及需求响应资源，具有双向潮流、灵活拓扑、主动控制和运行管理能力的配电网。

##### 3.3 灵活性负荷 flexible load

配电网中具备功率调节潜力的负荷，包括大工业负荷、分布式储能、电采暖、智能家电、电动汽车和综合能源体等各种可连续调节和可中断控制的负荷类型。

##### 3.4 虚拟电厂 virtual power plant

一组分布式能源（包括分布式电源、储能设备、灵活性负荷），其组合后类似于可调度机组的功能。

注 1：虚拟电厂可参与电力市场或聚合的辅助服务。

注 2：灵活性负荷的集群，也可起到虚拟电厂的作用。

[来源：GB/Z 41237-2022, 3.2.9, 有修改]

为方便理解，对本标准的部分重点条文解读如下：

6.2.3 交、直流配电网互联可采用交-直（AC-DC）、直-交（DC-AC）、交-直-交（AC-DC-AC）三种典型结构及其组合。交直流配电网典型互联方式应符合本文件附录 B 的规定。

【解读】本条款给出了主动配电网的构建形态及其互联方式，明确了交流配电网、直流配电网与主动配电网间的关系：交流配电网、直流配电网都是主动配电网的有机组成部分，其有机融合构成了主动配电网。

6.2.5 直流侧电网结构可根据规划区域特点，选择单端单辐射式结构、单端双辐射式结构、单端环状结构、双端环状结构、多端式结构等，各电压等级电网结构参见本文件附录 C 的规定。

【解读】直流侧电网结构型式较多，本条款给出了主动配电网的直流配电网类别及不同供电区域推荐适用的网架结构，明确了相关设计原则，为主动配电网的建设奠定了基础。

7.1.3 分布式电源项目应具备参与配电网主动控制的能力。接入分布式电源后，其上级配电变压器反向潮流不宜大于变压器容量的 80%。

【解读】通过主动配电网的主动控制能力及灵活调节能力，可以提升配电网分布式电源接入能力，考虑电网设备的安全性及运行效率，在调研不同地区分布式电源接入运行情况基础上，给出配电网变压器反向负载率数值上限为 80%。

9.2.1 主动配电网配电设施包含变压器、开关设备等传统配电设施，还可根据需要配置电力电子变压器、直流变压器（DC-DC）、换流设备、直流断路器、新型互感器、传感器、智能终端等配电设备。

【解读】相关章节中对主动配电网中应用的新型配电设施的选型、配置及技术要求进行了明确的规定，促进相关新型配电设施在配电网中的应用。

10.3.2 主动配电网管理系统宜分层设置，通过中心控制层、区域控制层、就地控制层完成分布式电源、储能系统、电动汽车充换电设施、智能用电终端的用电综合管理及故障控制，网络结构参见附录F。

【解读】提出了主动配电网管理系统四层架构技术，实现分布式电源、储能系统、电动汽车充换电设施、智能用电终端的用电综合管理及故障控制。

12.2.4 灵活性负荷应配置配电网主动控制与主动管理系统相协调的调控系统和设备，能根据电网调控指令，响应主动配电网需求，参与功率调节，实现用户与配电网的友好互动。

【解读】例如，中央空调负荷具有灵活性负荷的典型特征，负荷可控性强。中央空调系统的可控量多，包括：设定温度、送风量、新风量、冷冻水泵流量、冷冻水进水温度等特性参数，对任意决策变量的控制都能达到调节中央空调负荷的目标。在工商业、居民等用户中已经广泛应用。

## 五、应用情况和应用效果

本标准提出了融合交直流的主动配电网的典型结构，优化配置分布式能源，推荐应用电力电子变压器、直流断路器、新型传感器等新型配电设施、现代信息技术、智能用电与能源管理技术等，主动配电网的推广应用，将不断提高新设备、新技术的应用，为相关产业提供发展空间。

国家电网公司、南方电网公司均开展了主动配电网示范项目建设，承担项目的设计企业依据本标准开展设计工作，均取得了显著的社会经济效益。如：北京城市副中心“前疃村配电网升级改造工程”、北京城区的“首都功能核心区草厂数字化低碳社区配电网建设工程”、陕西西安“配电台区分布式储能新建工程”和广东珠海“10kV 金鸡西甲线网架完善工程”等。

【示例 1】“前疃村配电网升级改造工程”

项目位于北京城市副中心，为“美丽乡村”建设的示范工程。项目利用分布式光伏、新型储能等建设 0.4kV 光储一体化交直流混联电网（如图 1 所示），包括柔性互联装置 5 套；一体化移动储能装置 2 套。

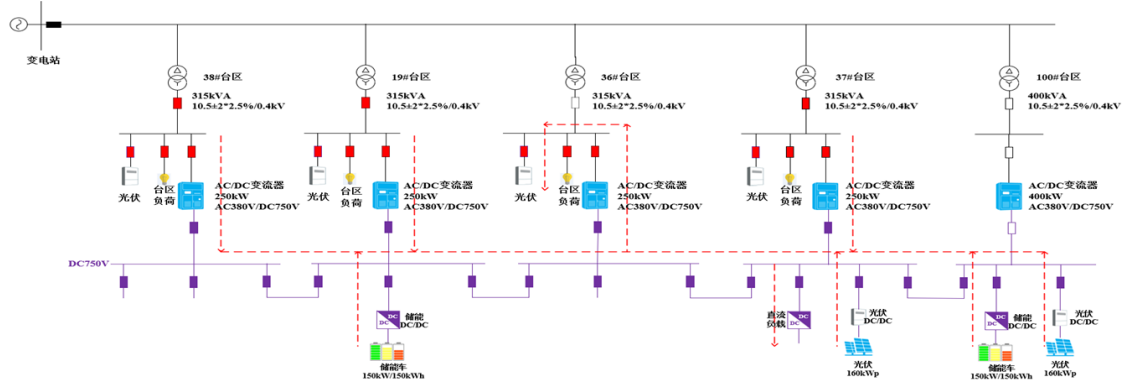


图 1 光储一体化交直流混联电网示范示意图

社会效益：据测算，该项目每年减少碳排放 610 吨，光伏发电增收 69.53 万元，电网损耗减少约 20 万元。

【示例 2】“首都功能核心区草厂数字化低碳社区配电网建设”

项目位于北京城市核心区草厂，为主动配电网在社区建设的试点项目。该项目对线路分布式合环自愈、智慧配电物联网、新型磁控快速开关柜、快速负荷转供箱、低压联络箱、低压智能分支箱、低压柔直互联装置、智能物联电表、中压载波/5G/Wi-Fi6 通信等技术进行实践应用（如图 2 和图 3 所示），实现配电网主动控制、主动运维、优化高效运行，为建设数字化、低碳化、智能化配电网，改善人居环境起到示范作用。

社会效益：据测算，运用主动配电网技术后，该项目可节约抢修费用 109.67 万元/年。

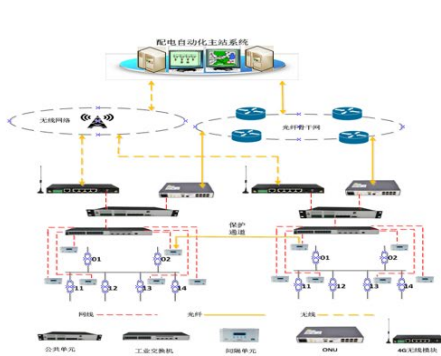


图 2 分布式差动保护

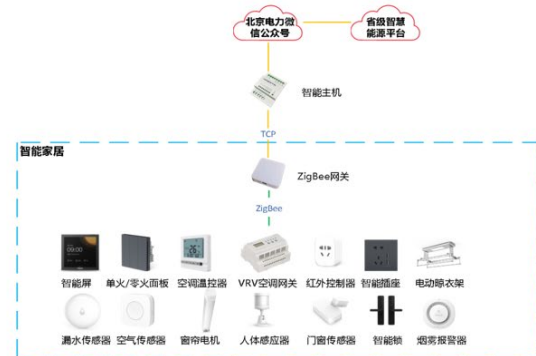


图 3 智能家居示范

同时，本标准被团体标准 T/CEPPEA 5026-2023 《低压交直流混合配电网设计规范》等标准作为规范性引用文件。

这些应用成果表明，团体标准 T/CEPPEA 5012-2022 《主动配电网设计规范》在配电网的优化配置资源、提升清洁能源的接入等方面起到了引领和指导作用，为主动配电网的规划、建设和实施提供理论基础和技术支撑，更好地促进配电网的绿色低碳和高质量发展。