

中国电力规划设计协会团体标准宣传系列

T/CEPPEA 5050-2024 《综合能源站交直流微电网设计规范》

标准起草单位：中国能源建设集团天津电力设计院有限公司

北京电力经济技术研究院有限公司

上海电力设计院有限公司

标准起草人：陈世龙、李学斌、徐立波、张利、徐兵、宣婷婷、王晓冰、薛开阳、
任雪桂、王红斌、刘沁、赵号、李梦乔、沙熠、谢丰蔚、马麟、
林伟明、顾辰、朱凯锋、徐何君、蔡祖明、刘晓鸥

标准审查专家：夏泉、张欢畅、钱康、李超、徐伟华、何仲、孙志云、徐晶、
黄伟、樊庆铃、孟宪利、任宗栋、蒋浩、黄鹏飞

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

近年来，综合了变电站、配电站、储能站、光伏发电、小规模风电、低压交直流系统的综合能源站得到了较快发展。整合站内分布式发电、储能、站用交直流负荷的交直流微电网对于综合能源站的优化布置、安全运行具有重要意义。

目前，国内在开展综合能源站及其低压交直流微电网供能枢纽的研究和应用的同时，已有一系列示范工程得以实施，但尚无相关设计标准可以遵循。本标准规范综合能源站内作为低压能量枢纽的交直流微电网设计和设备选择，确保充分发挥交直流微电网的技术优势、增强综合能源站低压供能枢纽的可再生能源消纳能力、提升站内交直流微电网建设质量，更好的促进能源系统绿色低碳和高质量发展。

二、主要内容

标准规定了综合能源站交直流微电网的系统设计、交直流设备和线路、电气二次、建筑结构与设备、环境报告与消防等方面的原则和主要技术要求。

标准适用于综合能源站内的直流电压 1500（±750）V 及以下与交流电压 1000V 及以下的交直流微电网的设计工作。

标准正文共设 9 章：范围、规范性引用文件、术语和定义、总体要求、交直

流微电网系统设计、交直流设备和线路、电气二次、建筑结构与设备、环境保护与消防。

资料性附录 A：综合能源站交直流微电网直流系统标称电压

资料性附录 B：综合能源站交直流微电网典型系统结构

参考文献

三、与现行标准比较的技术优势

目前，指导交直流微电网规划设计的相关标准主要有国家标准 GB/T 51341-2018《微电网工程设计标准》、行业标准 NB/T 10148-2019《微电网 第 1 部分：微电网规划设计导则》。相关标准主要是针对微电网的不同规模的技术要求，未涉及综合能源站内低压能量枢纽的实际需求。

本标准对综合能源站交直流微电网的系统设计、交直流设备和线路、电气二次、建筑结构与设备、环境报告与消防等给出了技术要求，对工程建设实践具有实际的指导意义。

与相关标准比较的技术优势如表 1 所示。

表 1 交直流微电网规划设计领域标准对比

序号	对比项	现行标准要求	本标准要求	技术优势
1	适用范围	GB/T 51341-2018《微电网工程设计标准》 35kV 及以下电压等级微电网工程的设计 NB/T 10148-2019《微电网 第 1 部分：微电网规划设计导则》包含中、低压负载和分布式能源（DER）的交流电气系统	综合能源站内的直流电压 1500（±750）V 及以下与交流电压 1000V 及以下的交直流微电网的设计工作	考虑了综合能源站内低压能量枢纽的实际需求，填补了综合能源站交直流微电网设计标准空白
2	标准内容	GB/T 51341-2018《微电网工程设计标准》 NB/T 10148-2019《微电网 第 1 部分：微电网规划设计导则》为某一区域供电的并网型交流微电网或独立型交流微电网提出的设计要求，所适用的应用场景较为宽泛，主要的目的是提高分布式发电并网接入友好性、充分利用可再生能源、提高能源综合利用效率及为偏远地区供电	规定了综合能源站交直流微电网的交直流微电网系统设计、交直流设备和线路、电气二次、建筑结构与设备、环境保护与消防等方面的原则和主要技术要求	主要针对综合能源站点内的交流电压 380V/220V 及以下与直流电压 750V（±375V）及以下的低压交直流混合微电网提出设计技术要求，提出了低压能量枢纽中各能量传输、转换或存储主体设施的低压交直流供电设备、网络结构的优化布置和功能整合要求

四、重点条文解读

标准正文共设 9 章，内容丰富。

为方便理解，对本标准的部分重点条文解读如下。

4.3 综合能源站交直流微电网应具备故障判断能力、应急处理能力、故障自愈能力、潮流控制能力、事件记录与分析能力和分布式电源及各类负荷的接纳能力。

【解读】本条文提出了综合能源站低压交直流供电枢纽的六大能力要求，强调其不仅是简单的线路连接，更是一个智能化的主动管理系统，要求系统设计必须从被动防护转向主动控制，确保系统在复杂运行工况下的安全性与可靠性。

5.1.9 交直流微电网宜根据综合能源站低压负荷供电需求，优化整合站内各类控制设备电源、交流不间断电源（UPS）、通信设备电源等供电网络。

【解读】提出了综合能源站交直流低压能量枢纽的设计理念，传统设计中各设备电源独立，本条文鼓励通过交直流微电网统一整合，减少重复的变流环节和设备投资，实现能源梯级利用与站内资源的高效协同。

5.3.5 综合能源站交直流微电网中的直流与交流互联宜遵循电压匹配、传输容量相互适应的原则。交直流电压转换比范围一般为 0.7~0.95。

【解读】本条款给出了交直流互联时的相关量化指标，设定转换比范围旨在指导设备选型，避免因电压匹配严重失衡导致换流器效率降低或容量利用不充分，确保功率传输的经济性与设备运行的适应性。

5.4.4 为局部交流负荷或直流负荷供电的交直流换流器、直流变压器宜尽量靠近具备负荷区域，对供电距离较长且可靠性要求较高的局部负荷，交直流换流器、直流变压器可双重化配置，且单台设备容量应满足局部负荷要求。

【解读】本条款明确了重要负荷的供电保障策略，双重化配置指当一台设备故障时，另一台能独立承载全部负荷，消除了单点故障风险，这对保障综合能源站内关键设备不断电较为重要。

7.2.3 交直流微电网宜按交流侧保护区域、交直流接口设备区域、直流侧保护区域分别进行配置，并保证本区域发生故障时，不引起其他区域保护误动，扩大故障范围。

【解读】本条款确立了“分区保护”的理念，由于交直流系统故障特性不同，

分区保护能精准隔离故障，防止事故在交流侧与直流侧之间蔓延，缩小停电范围，提升系统整体运行稳定性。

9.8 电池室（舱、柜）应设置自动灭火系统，锂离子、钠离子电池室（舱、柜）自动灭火系统的最小保护单元应为电池模块，每个电池模块可单独配置灭火介质或探火管。

【解读】本条款针对储能电池火灾风险，特别是锂离子、钠离子电池室（舱、柜），提出了精细化消防设计要求，将灭火单元细化至“电池模块”级别，一旦某电池簇中的电池模块发生热失控，自动灭火系统可精准作用于风险源，防止相邻单体或模块热失控蔓延，将风险控制在最小范围。

五、应用情况和应用效果

标准主要面向综合能源站内低压能量枢纽的具体应用场景，提出站内交直流混合微电网的设计技术要求。从设计层面，考虑了综合能源站点内不同子系统的功能整合和优化（如站内小规模分布式发电、兼顾微电网备用及系统服务功能的储能站、变电站内为重要负荷供电的直流电源系统、站控层设备 UPS 电源等），以指导综合能源站点内基于交直流微网的低压能量枢纽的系统拓扑、土建结构和设备布置与选择。

国家电网公司开展了多项基于综合能源站的交直流低压枢纽和微电网/配电网示范项目，项目设计企业依据本标准开展设计工作，取得了显著的社会经济效益。

【示例 1】“某地交直流柔性供能小区建设工程”

基于交直流混合微电网柔性互联装置，开展交直流柔性功能小区建设，具体包括柔性互联装置应用方案建设、直流供电网络建设，以及低压台区智能化建设，图 1 所示为交直流混合微电网柔性互联结构示意图。

采用互联台区“云-边”协同控制技术，构建了低压交直流配网典型供电模型，实现了交直流混合供电对不同新型源荷接入导致的复杂电能质量问题的综合治理，大幅提高供电可靠性。针对居民小区交直流负荷不同的接入场景，还分别构建了辐射式、直流母线式、末端互联式三种典型低压交直流供电模式，满足分布式光伏发电并网、新能源汽车等直流负荷灵活接入的需求。

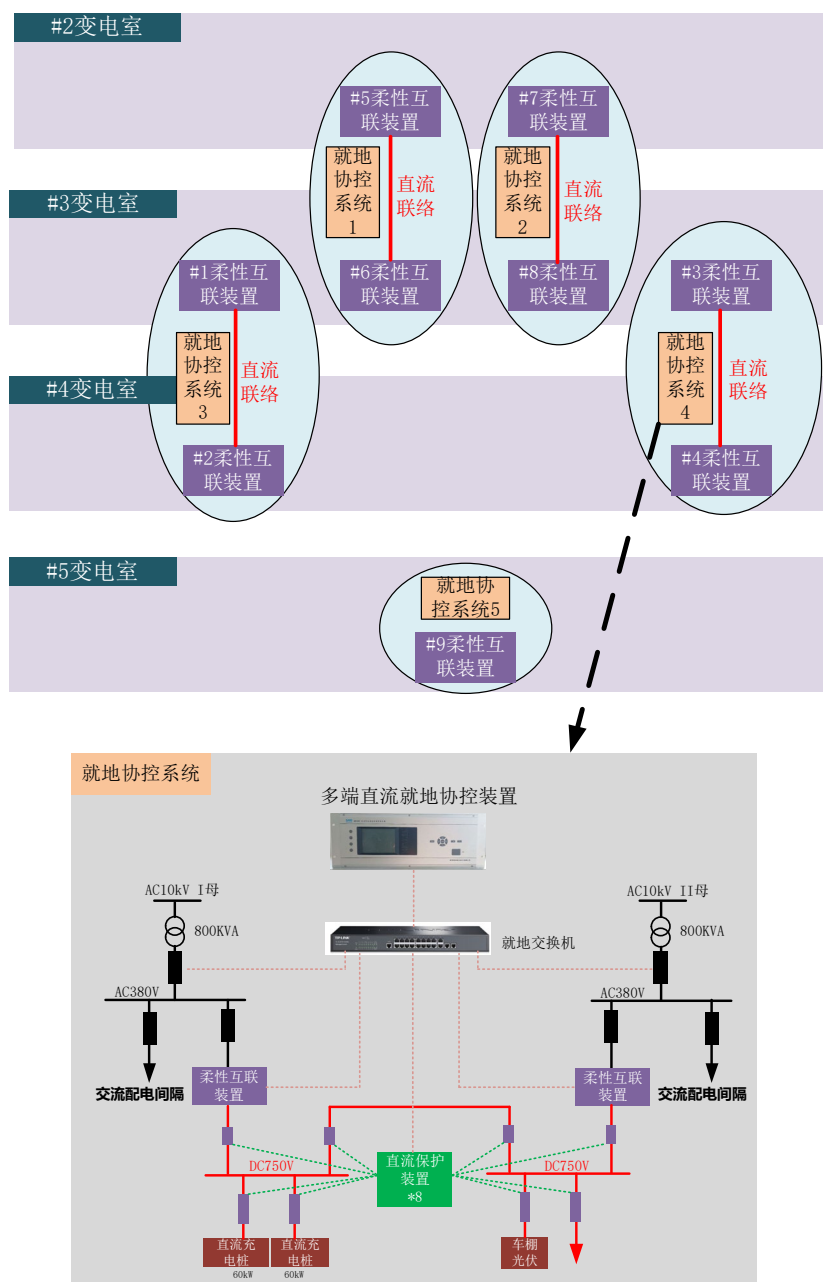


图 1 交直流混合微电网柔性互联结构示意图

【示例 2】“某地村级能源自治试点项目”

建设分布式储能、低压灵活组网区，助力构建村级能源自治试点。

村域能源自治控制由上往下采用“主配一体主站系统（云）-台区融合终端（边）-柔直控制器/光伏逆变器（端）”的通讯及控制架构，图 2 为村域能源低压灵活组网云-边-端控制架构示意图。

主配一体主站系统对村域范围内源网荷储设备进行统筹管理，实现村域电气设施运行监视与控制；台区融合终端除了给主配一体主站系统上传台区侧各电气

设施运行信息外，同时接收主配一体主站系统下发控制指令，并下发给边端设备；柔直控制器/光伏逆变器作为末端设备直接执行边端设备下发的控制指令。

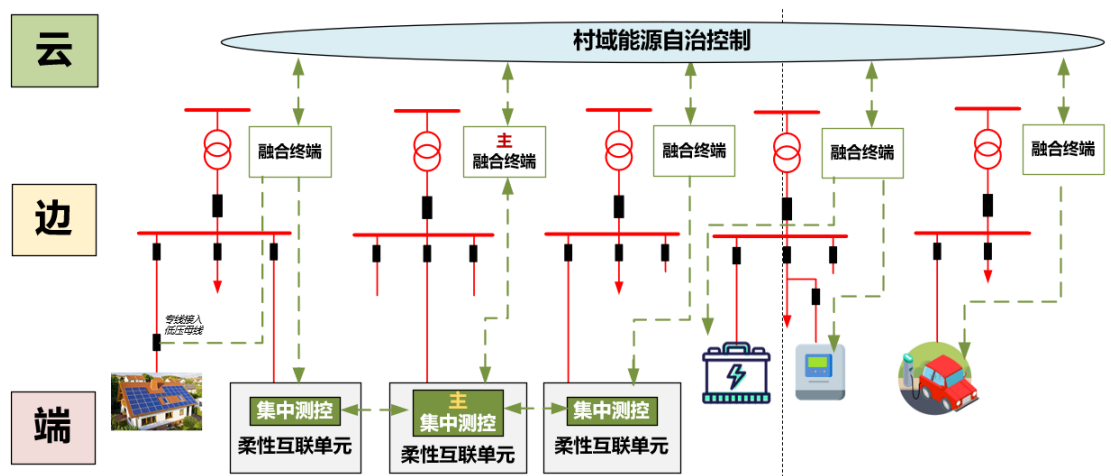


图 2 村域能源低压灵活组网云-边-端控制架构示意图

这些应用成果表明，团体标准 T/CEPPEA 5050-2024《综合能源站交直流微电网设计规范》在综合能源站交直流微电网的低压能量枢纽供电设备、网络结构的优化布置、功能整合等方面起到了指导作用，填补了综合能源站交直流微电网设计标准空白，为直流电压 1500（±750）V 及以下与交流电压 1000V 及以下的交直流微电网的设计工作提供统一的技术依据和标准化支撑。