



团 体 标 准

T/CES XXX-XXXX

农网薄弱地区多源微电网规划与运行技术导则

Technical Guidelines for Planning and Operation of Multi-source
Microgrids in Weak Rural Power Grid Areas

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国电工技术学会 发布

目 次

前 言 III

引 言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 多类型分布式电源微网规划整体要求 2

 4.1 整体要求 2

 4.1.1 安全可靠 2

 4.1.2 经济适用 2

 4.1.3 绿色低碳 2

 4.1.4 可扩展性 2

 4.2 规划原则 2

 4.2.1 分层分区原则 2

 4.2.1.1 核心区 2

 4.2.1.2 过渡区 2

 4.2.1.3 弱区 2

 4.2.2 负荷资源 2

 4.2.3 储能容量与 SOC 动态阈值 3

 4.2.4 能源协同与运行 3

5 设计计算 3

 5.1 负荷评估 3

 5.1.1 基本负荷 3

 5.1.2 可调负荷 3

 5.1.3 可控负荷 3

 5.2 分布式电源容量配置 3

 5.3 储能容量配置 4

 5.4 弹性指数 4

6 系统拓扑与接入技术 4

6.1 分段式母线 4

6.2 双向冗余逆变器 4

6.3 直流配电 4

6.4 通信网络 4

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。

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能源智慧化工作组归口。

本文件起草单位国网四川省电力公司眉山供电公司、四川大学、国网四川省电力公司电力科学研究院、国网山东省电力公司电力科学研究院、国网四川省电力公司凉山供电公司、西安兴汇电力科技有限公司。

本文件主要起草人付坎翔 陈昕宇 陈亮 王睿 苏学能 王峰 李保宏 冷敏瑞 江琴 罗燕萍 马坤 胡彦丞 罗茜 吴浩宇 冯京 李建 张华 刘凡 黄杨 刘洋 黄敏 武颖 贺邦玮 郑洪稷 甘兴林。

本文件为首次发布。

引 言

随着新能源技术的快速发展和农村电网改造需求的日益迫切，针对电压 $\leq 10\text{kV}$ 、装机容量 $\leq 5\text{MW}$ 的农村薄弱地区，亟需一套兼顾并网-离网-混合三种运行模式、能够统筹光伏、风电、生物质、微水电等多类分布式电源的技术框架。为补充现行标准在该场景下的空白，特制定本团体标准，旨在提供统一、可操作、且与已有标准体系相衔接的微网规划技术导则。

本标准在编制过程中遵循《团体标准编写规则》及《中国电工技术学会团体标准编写指南》，确保技术要求的科学性、前瞻性和可验证性。

农网薄弱地区多源微电网规划与运行技术导则

1 范围

本文件规定了农村薄弱地区的针对光伏、风电、生物质、微水电等多类分布式电源的接入方式、分层分区模式、分段式母线+自动重合闸技术、季节耦合储能模型、能源协同与运行以及相应的设计、运行技术要求。

本文件适用于农网薄弱地区多类型分布式电源微电网的规划、设计、运行的技术指导。

2 规范性引用文件

GB 50059 35kV 及以下配电网设计规范
GB 50068 配电网设计技术规范
GB/T 38458 微电网工程设计标准
DL/T 1391 农村电网规划设计技术导则
DL/T 1599 农村电网运行管理规程
IEC 61727 光伏（PV）系统并网接口技术规范
IEC 61850 电力系统通信网络和系统
IEC 62116 光伏逆变器并网运行的岛屿防护与故障穿越测试方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

薄弱地区 weak area

电压等级不高于 10 kV、负荷密度低、线路敷设成本高且面积不小于 5 km² 的农村配电网区域，通常对应 D、E 类供电区域。

3.2

分布式电源 distributed generation

位于配电网低压侧，能够实现本地发电并网或离网运行的光伏、风电、生物质、微水电等多种电源设施

3.3

微网 microgrid

由分布式电源、储能装置、负荷及相应的控制与保护装置构成。

3.4

农村生活指数 rural living index

用于衡量农村居民基本生活用电需求的综合指标，取值范围 0-1，数值越大表明生活用电需求越高。

3.5

分段式母线 segmented bus

将低压母线进行模块化布置，段间配备自动重合闸，实现故障段快速隔离与自动恢复。

3.6

冗余逆变器 bidirectional redundant inverter

两台逆变器并联。

3.7

自动重合闸 automatic reclosing

在母线段出现短路后，能够在预设时间内自动闭合恢复供电的保护装置。

3.8

SOC 动态阈值 soc dynamic threshold

储能状态阈值随季节、负荷特征和储能健康状态动态调整。

3.9

季节耦合储能 seasonal coupled storage

利用跨季节的能量互补特性，在夏季高峰放电、冬季低负荷时充电，实现长时段能量平衡。

4 多类型分布式电源微网规划整体要求

4.1 整体要求

4.1.1 安全可靠

满足 IEC 61727 与 IEC 62116 对低电压穿越和逆变器切换的技术要求；在单点故障情况下，系统能够在不超过 0.5 秒的时间内恢复供电。

4.1.2 经济适用

关键设备国产化率不低于 80%，综合考虑装机成本、运维费用和寿命周期成本，实现投资回收期不超过 8 年。

4.1.3 绿色低碳

优先使用可再生能源和季节耦合储能，降低输电损耗和碳排放量，符合国家“双碳”目标。

4.1.4 可扩展性

规划时预留 20% 的容量冗余，以便在未来 1–2 MW 的新增分布式资源接入。

4.2 规划原则

4.2.1 分层分区原则

4.2.1.1 核心区

配电变压器容量 ≥ 500 kVA，采用有源配电网，引入分段式母线+自动重合闸，实现局部故障自愈。

4.2.1.2 过渡区

配电变压器容量 200 kVA ~ 500 kVA，采用混合交流/直流配电，通过双向交直变换实现能源灵活调度。

4.2.1.3 弱区

配电变压器容量 ≤ 200 kVA，采用低压直流微网，配合储能+可调负荷实现并离网供电。

4.2.2 负荷资源

4.2.2.1 基本负荷

采用农村生活指数（RLI）进行 24 h 必须供电预测。

4.2.2.2 可调负荷

采用季节调度系数（ γ ），对农业灌溉、农机充电进行 2 h–4 h 预测。

4.2.2.3 可控负荷

采用需求响应系数（ δ ），对公共照明、学校空调进行 15 min-30 min 细粒度预测。

4.2.3 储能容量与 SOC 动态阈值

4.2.3.1 季节耦合容量模型

依据春、夏、秋、冬四季的负荷峰值与可再生能源出力，分别计算储能容量，确保季节性备电时长 $\geq 8\text{h}$ 。

4.2.3.2 SOC 动态阈值

依据季节、储能健康指数（SOH）和负荷特征，动态设定低阈值 20%~30%，高阈值 80%~90%。

4.2.4 能源协同与运行

4.2.4.1 弹性约束

系统弹性指数 ϕ 不低于 0.8，以保证在极端扰动（如大规模风光波动、线路故障）后能够在 5 min 内恢复关键负荷供电，防止供电中断对农业生产造成影响。

4.2.4.2 预测监控

对光伏、风电、负荷进行 5 min-30 min 预测，预测误差 $\leq 5\%$

4.2.4.3 需求响应

在负荷高峰时段，能量管理系统自动触发可调负荷削减 15%，并通过储能放电补偿剩余缺口。

5 设计计算

5.1 负荷评估

5.1.1 基本负荷

采用农村生活指数，将当地人口、居住面积、季节性用电特征映射为基本负荷系数 β （0.6~0.9），按公式(1)计算。

$$P_{\text{基本}} = P_{\text{住宅_标称}} N_{\text{户}} \dots\dots\dots (1)$$

5.1.2 可调负荷

采用季节调度系数 γ （0.3~0.7），按公式(2)计算。

$$P_{\text{可调}} = \gamma P_{\text{季节_峰值}} \dots\dots\dots (2)$$

5.1.3 可控负荷

采用需求响应系数 δ （0.2~0.5），按公式(3)计算。

$$P_{\text{可控}} = \delta P_{\text{公共_标称}} \dots\dots\dots (3)$$

5.2 分布式电源容量配置

各分布式电源功率按公式(4)-(7)计算。

$$P_{PV} = \frac{E_{\text{负荷}} \times \alpha_{PV}}{H_{PV} \times \eta_{PV}} \dots\dots\dots (4)$$

$$P_{WF} = \frac{E_{\text{负荷}} \times \alpha_{WF}}{H_{WF} \times \eta_{WF}} \dots\dots\dots (5)$$

$$P_{BM} = \frac{E_{\text{负荷}} \times \alpha_{BM}}{H_{BM} \times \eta_{BM}} \dots\dots\dots (6)$$

$$P_{WH} = \frac{E_{\text{负荷}} \times \alpha_{WH}}{H_{WH} \times \eta_{WH}} \dots\dots\dots (7)$$

其中 α_x 表示各类能源在总可再生能源贡献中的比例(建议总和 $\geq 70\%$)； H_x 表示对应资源的年有效利用时数(光伏辐照时数、风能有效风时数、生物质可燃量折算时数、微水电水流有效时数)； η_x 表示各类发电系统的整体效率(≥ 0.85)。

5.3 储能容量配置

储能容量配置按公式(8)计算。将峰值功率按季节时段(春、夏、秋、冬)分别计算，确保季节性储能冗余。

$$E_{\text{储}} = \sum_{i=1}^n (P_{\text{峰},i} \times t_{\text{备},i} \times \eta_{\text{储}}^{-1}) \dots\dots\dots (8)$$

其中 $P_{\text{峰},i}$ 表示第 i 类储能在削峰时需要支撑的峰值功率； $t_{\text{备},i}$ 表示第 i 类储能的备用时长。

5.4 弹性指数

弹性指数 ϕ 按公式(9)计算。

$$\Phi = 1 - \frac{T_{\text{离网}}}{T_{\text{总}}} \dots\dots\dots (9)$$

其中 $T_{\text{离网}}$ 表示离网时长， $T_{\text{总}}$ 表示评估总时长。

6 系统拓扑与接入技术

6.1 分段式母线

母线每段 ≤ 200 m，采用 IP65 防护箱体，段间配备自动重合闸(闭合时间 ≤ 0.2 s)，实现故障段快速隔离与自动恢复。

6.2 双向冗余逆变器

两台逆变器并联工作，配备故障检测与自动切换控制器，切换时间 ≤ 0.5 s，满足并网/离网无缝切换要求。

6.3 直流配电

在弱区采用 0.4 kV DC 配电，使用双向 DC-DC 变换器(效率 $\geq 98\%$)，实现光伏-储能-负荷的直接直流互联。

6.4 通信网络

全网采用 IEC 61850 双链路 + AES-256 加密，实现实时数据采集、远程控制与安全防护。