

新能源场站储能系统并网电气保护配置探讨

尹稳强

中电建宁夏工程有限公司 宁夏 银川 750001

【摘要】：新能源场站储能规模化并网后，交直流混合架构使电气保护面临多重运行工况考验，并网运行过程中储能保护参数适配性不足、多设备保护时序混乱、交直流保护信号传输不同步等问题逐步凸显。本文针对上述并网保护现存问题，结合储能调频运行特性与现场工况，开展保护参数校准、联动时序规范、信号传输架构优化等工作，优化方案可消除保护误动、拒动及越级跳闸隐患，提升储能并网点保护系统可靠性与协同能力，为新能源储能安全稳定并网运行提供保障。

【关键词】：新能源场站；储能系统；并网保护；参数校准；信号传输

DOI:10.12417/2811-0528.26.17.029

引言

双碳目标引领下，新能源与储能配套并网已成为新型电力系统建设的主流模式，储能凭借快速响应能力广泛参与电网调频服务，但储能系统交直流回路深度耦合、运行工况动态多变，传统保护配置方式面对复杂并网场景往往难以有效适配。并网点保护体系存在的各类缺陷直接威胁设备安全与电网频率稳定，立足储能并网运行实际梳理保护运行现存矛盾，针对性优化保护配置与协同机制，能够补齐储能并网电气保护短板，推动储能系统高效安全地融入电力系统。

1 新能源场站储能系统并网保护配置实施基础

新能源场站配套储能系统现已成为平抑功率波动、参与电网调频服务的重要载体，当前主流储能单元多采用磷酸铁锂电池组配合两电平电压型储能变流器的拓扑架构，借助高频隔离方式完成并网运行。储能系统兼具交直流混合运行特征，直流侧电池模块、交流侧变流器与电网线路深度耦合，运行工况涵盖并网稳态、负荷动态投切、孤岛切换及故障暂态等多种形态^[1]。电气保护配置需立足于储能毫秒级功率响应能力与双向充放电运行特性，结合电力系统一次调频与二次调频运行要求，按照交直流回路电气参数、设备耐压水平及故障电流特征设定保护阈值，以此筑牢储能并网点安全运行防护根基。

2 新能源场站储能并网点协同保护运行差异表现

2.1 储能单元保护参数与并网工况适配失衡

储能单元保护参数多按单一稳态运行场景设定，难以适配储能并网后复杂多变的运行工况。储能具备双向充放电特性，参与电网一次、二次调频时输出功率会在短时间内频繁大幅切换，系统电流、电压运行区间持续动态偏移。并网稳态运行、负荷突变动态过程及线路短路暂态故障场景下电气量变化规律差异明显，固定过流、过压、欠压保护整定值难以兼顾不同工况需求。参数设置偏于保守会使正常调频动作被误判为故障，触发保护误跳闸并中断调频服务，参数设置过于宽松又会

使故障状态无法及时识别，故障电流持续冲击电池模组与储能变流器，加速设备绝缘老化与器件损坏，储能系统运行安全性与连续工作能力由此大幅降低。如图1。

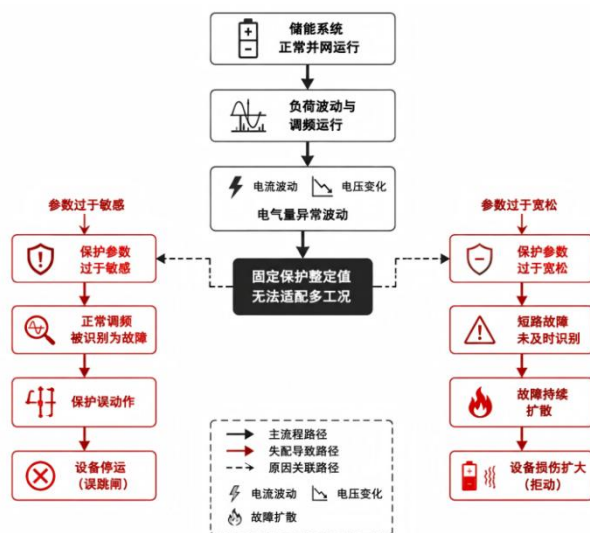


图1 储能单元固定保护整定值工况适配失衡风险传导逻辑图

2.2 多设备联动保护时序匹配缺乏统一标准

新能源储能场站包含电池模组、储能变流器、隔离变压器、并网开关等多级设备，整套系统保护动作需各装置协同配合。目前行业内尚未形成统一联动保护时序规范，不同厂家储能设备与继电保护装置动作逻辑存在差异，并网点出现电气故障时部分设备优先执行分闸操作、部分设备延迟响应，无序动作顺序会造成故障范围扩大^[2]。故障发生在交直流转换环节时，前后级保护装置无法按由近及远原则逐级切除故障，下级故障未隔离而上级保护先行动作的越级跳闸问题极易出现。混乱时序配合不仅影响故障快速隔离效率，还会造成全站设备非正常停运，直接削弱储能系统支撑电网频率稳定的能力。

2.3 交直流回路保护动作信号传输不同步

储能系统包含直流电池回路与交流并网回路,两类回路的保护信号依靠站内通信网络完成交互传输。交直流回路电气结构相互独立,保护采集单元分布在电池舱、变流器柜、高压开关柜等不同区域,信号传输路径长短不一。故障发生时直流侧电压电流采样信号与交流侧电气量保护信号会出现明显时延,时间差值可达数毫秒,保护装置无法同步接收全域故障信息,单侧回路保护先行动作而另一侧滞后响应的情况由此产生。信号传输不同步导致故障判定出现偏差,交直流系统一体化保护管控难以实现,同时故障隔离不彻底使残余故障电量持续存在于回路中,给后续设备复归与重新并网运行埋下安全隐患。

3 新能源场站储能并网点协同保护优化实施举措

3.1 依据并网运行工况校准储能单元保护参数

结合储能并网后静态、动态与暂态多类运行状态,对保护参数实施精细化分层校准。依据储能参与电网调频及双向功率调节的运行特点,按稳态工况下电压、电流正常区间设定基础保护整定值,负荷投切形成动态工况时针对功率快速切换产生的电气量短时波动适度延长保护延时,避免正常功率调节触发保护误动作。面对线路短路、电压骤变等暂态故障情形则需压缩故障判定阈值以实现快速识别,参照磷酸铁锂电池组与储能变流器设备耐受极限,按充电与放电不同工作模式差异化配置参数,使整定值适配各场景电气运行特征。动态化参数调整方式可保障储能平稳完成调频任务,同时确保故障出现时保护装置及时响应,保护参数与实际工况适配失衡引发的误动与拒动问题由此得到有效解决。

3.2 统一规范场站多设备联动保护时序逻辑

结合储能场站设备层级与电气拓扑结构,制定全站通用的联动保护时序规则,明确电池模组、储能变流器、隔离变压器、并网开关等各设备的动作顺序与响应要求。遵循故障就近隔离的基本原则来确定各级保护装置的动作优先级,故障发生后优先由故障点最近的装置执行分闸隔离操作,严格杜绝越级跳闸

现象。针对储能参与一次调频与二次调频的运行特点,将一般性扰动和严重故障加以区分并设置阶梯式时序响应机制,轻微电气扰动仅由局部设备做出响应,严重故障则按照预设顺序逐级联动跳闸^[3]。对于不同品牌与型号的继电保护设备需统一内部动作逻辑及指令输出标准,消除硬件差异带来的时序偏差,依靠标准化的时序体系可使整套保护系统协同运转,快速缩小故障影响范围,同时保障非故障区域设备持续运行以维持储能系统基本的调频支撑能力。

3.3 搭建交直流回路保护信号同步传输架构

依托场站现有通信网络,重构交直流回路保护信号传输体系,实现全域故障数据的同步采集与交互。按照电池舱、储能变流器及高压并网柜的设备分布来优化信号传输链路,缩短不同区域采样单元到主控装置的传输距离,将整体信号传输时延控制在合理范围之内。为直流电池回路与交流并网回路的采样装置及保护装置配置统一的时钟基准,使所有电气量数据能够同步采样并同步上传,由此消除时间差带来的故障判定偏差。划分独立的保护信号传输通道并与场站常规测控、调度通信通道实施物理隔离,避免数据拥堵对保护指令传递形成干扰。完善信号交互机制可使交直流两侧保护装置实时共享故障信息,进而实现一体化故障研判与协同动作,同步传输架构能够保障保护系统全面掌握回路运行状态以完成彻底隔离,也为故障解除后的设备复位与重新并网提供可靠的数据支撑。

4 结语

新能源场站储能系统并网电气保护是保障设备安全与电网稳定运行的关键环节,储能复杂的运行工况与交直流耦合架构使得传统保护模式暴露出参数适配失衡、联动时序不统一及信号传输不同步等问题。依托实际并网运行特征完成保护参数动态校准,在此基础上标准化多设备联动保护时序并搭建同步化信号传输架构,能够有效化解各类保护缺陷,整套优化举措既可提升并网点保护的精准度与协同性以降低故障扩散风险,也可同为同类型储能场站保护系统的升级完善提供可行参考。

参考文献:

- [1] 包江龙.新型电力系统下高比例新能源基地并网规划研究[D].南京信息工程大学,2025.
- [2] 郝艺.含跟网型储能的新能源并网系统小扰动同步稳定性评估及提升[D].浙江大学,2024.
- [3] 刘明亮.含储能新能源场站参与系统调频的主动有功控制策略研究[D].河南科技大学,2023.