

光伏并网汇集站继电保护整定与配置优化研究

道列提别克

新疆油田新能源有限责任公司, 新疆 克拉玛依 834000

DOI:10.61369/EPTSM.2026060016

摘 要 : 在疆电外送第三通道送电入渝项目稳步落地的进程里, 新能源连片并入电网慢慢变成西部特高压外送线路的鲜明特点, 朗显、朗昭两座汇集站作为项目关键枢纽站点, 承接风电、光伏搭配储能联合发电的电量归集以及向外输送的各项任务, 两座站点继电保护参数核算精度和硬件排布合理性, 能够直接左右电网故障处置效率, 并且维系整条输电线路平稳运转。过往继电保护参数核算、装置排布方案大多面向火电、水电这类常规电源设计, 很难匹配光伏发电出力随机起伏、风光储联合投运的特殊工况, 设备运行期间容易出现保护装置拒绝动作、错误跳闸、上下级保护时限搭配失效等故障问题。

关 键 词 : 光伏并网; 汇集站; 配置优化

Research on Relay Protection Setting and Configuration Optimization for Photovoltaic Grid-Connected Collector Stations

Daolietibieke

Xinjiang Oilfield New Energy Co., Ltd., Karamay, Xinjiang 834000

Abstract : As the project of transmitting electricity from Xinjiang to Chongqing via the third transmission corridor steadily progresses, the large-scale integration of renewable energy into the power grid has gradually become a distinctive feature of ultra-high voltage transmission lines in western China. As pivotal hubs in the project, the Langxian and Langzhao collector stations undertake the tasks of collecting and transmitting electricity generated by the combined operation of wind power, photovoltaic power, and energy storage systems. The accuracy of relay protection parameter calculations and the rationality of hardware layout at these two stations directly influence the efficiency of grid fault handling and ensure the stable operation of the entire transmission line. Traditional relay protection parameter calculations and device layout schemes were primarily designed for conventional power sources such as thermal and hydroelectric power, making it difficult to accommodate the unique operating conditions of photovoltaic power generation, which is characterized by random fluctuations in output, and the combined operation of wind, solar, and storage systems. During equipment operation, issues such as protection device failures to operate, incorrect tripping, and ineffective coordination of protection time limits between different levels are prone to occur.

Keywords : photovoltaic grid connection; collector station; configuration optimization

引言

依托疆电送渝项目现场落地经验, 结合疆电外送第二通道配套古海电厂 750kV 升压站日常检修作业、大型设备升级改造项目落地内容, 再加朗显、朗昭两座汇集站从土建到电气设备投用的全流程建设经验, 从不同角度分析光伏接入电网之后, 汇集站继电保护自带运行特点和定值核算里的各类难题, 工作人员围绕保护定值核算优化、装置排布整改、现场运维联动管理升级等内容做落地探究, 慢慢形成适配高占比光伏并网、风光储联合运转的继电保护定值核算和设备排布方案, 切实提升汇集站整套保护设备的可靠性能、灵敏程度和选择性能, 既能稳住疆电外送线路的运行安全, 也能给其余同类型新能源并网汇集站的继电保护施工给出落地参考。

一、光伏并网汇集站继电保护核心特性与整定难点

（一）光伏并网汇集站继电保护核心特性

光伏接入型汇集站继电保护设备，除具备常规高压变电站保护的基础作用之外，还附带新能源并网独有的运行特质，设备围绕主变、站内母线、送出线路、光伏接入间隔和风光储配套设备搭建完整防护体系，整套系统需要完成故障瞬时切除、设备异常告警、电网侧和新能源侧保护协同管控三项硬性要求。和传统变电站设备做对比，这类保护设备运行特点存在明显区别，故障阶段的电流参数变化规律更为繁杂，光伏逆变器选用电力电子元器件，故障状态下能够输出的故障电流有限，电流大小、相位还会跟着机组发电功率实时改变，电源双向送电的运行形式容易让老式电流保护判定逻辑失效；电站运行工况切换频繁，光伏发电量自然起伏、储能设备反复启停充放电、多类型新能源机组协同调控，都会造成电网运行参数频繁改动，保护定值核算依托的基准条件没法固定；整套设备对多模块协同管控标准偏高，工作人员既要处理电网侧突发故障，还要规避新能源侧孤岛运行、谐波超标等隐患，整套装置需要配合调度专网下发的远程调控指令，保证保护跳闸动作和远端调度指令同步落地；设备运行电压等级偏高，继电保护装置需要满足超高压电网对动作速度、运行稳定性的双重标准，技术人员要按照母线、线路改造之后的硬件参数完成参数匹配调试。

（二）继电保护整定核心难点

从疆电送渝项目实地建设内容来看，光伏汇集站继电保护定值核算环节存有多项实操难题。技术人员很难敲定定值核算的基础边界，光伏发电功率不断变化会让系统短路容量实时更改，沿用最大、最小运行工况核算的老式手段没法覆盖全部运行场景，时常出现保护灵敏度过低或是多级保护接连跳闸的故障；上下级保护之间时限、定值匹配难度偏大，电能双向输送打破原先单一功率流向的设计思路，出线保护、母线保护、主变后备保护在动作时限、电流定值的搭配上极易错乱，光伏并网间隔和主网侧保护的适配矛盾尤为突出；现有保护参数很难适配风光储联合投运工况，储能设备快速充放电带来的暂态参数变化，会干扰保护动作判定条件，原有固定核算参数无法适配风电、光伏、储能同步运转的多变场景；继电保护参数改动需要和调度后台运维、远程调控指令一一对应，定值完成修改以后还要同步更新调度平台存储资料，整套运维管控的工作量随之上涨。

二、光伏并网汇集站继电保护整定计算优化

（一）整定计算基本原则优化

针对光伏并网汇集站运行特性，摒弃传统单一运行方式整定逻辑，确立动态适配、分级管控、协同配合的整定基本原则。一是坚持可靠性优先，保障保护装置在系统正常运行与各类故障工况下均能可靠动作，杜绝拒动、误动；二是兼顾灵敏性与速动性，针对光伏故障电流幅值小、变化快的特征，优化保护动作门槛值，确保轻微故障与严重故障均能快速响应；三是强化级差配

合，明确上下级保护动作时限与电流定值的配合逻辑，结合双向功率流动特征，增设方向判别元件，精准区分故障点位置；四是动态适配工况变化，整合光伏出力、储能状态、系统运行方式等实时参数，构建多工况整定计算模型，覆盖全运行周期；五是贴合技改实际，以750kV变电站技改后设备参数、电网拓扑为基准，重新核算系统阻抗、短路电流等核心参数，确保整定计算依据精准有效。

（二）核心设备保护定值计算优化

受光伏大范围并网影响，站内负荷起伏幅度变大，电能还能够双向输送，技术人员重新测算主变差动保护和后备保护的整定参数，改动差动保护启动电流数值和制动相关系数，削减光伏发电功率变化带来的误跳闸隐患。后备保护的動作时限经过重新调配以后，和出线、母线配套保护形成合理的时限梯度，工作人员还要参考风光储联合运转带来的无功冲击，细化过励磁、过电压对应的保护定值。750kV 母线电抗器拆除之后，站内母线网架结构出现改动，依托全新布局调整母线差动保护参数，提升装置分辨母线区内、区外故障的能力，多条光伏支路同时并网带来的多分支运行条件也能被设备适配，母线出现故障时装置可以快速断开故障支路，让其余无故障间隔维持正常送电。朗显汇集站220kV 送出线路调整光纤差动、距离保护的整定标准，顺着线路本体参数和系统阻抗的实时变化修改动作阻抗与跳闸延时，加装方向闭锁元器件抵御双向故障电流冲击，线路故障发生后装置精准切除故障点位，避免多级保护越级跳闸。

（三）风光储协同保护整定适配

围绕风光储协同发电运行需求，开展一体化继电保护整定适配，整合风电、光伏、储能设备的运行参数与故障特性，构建协同保护整定模型。优化储能侧保护定值，适配储能快速充放电的暂态特性，调整过流、过压、欠压保护参数，避免储能充放电切换引发保护误动；协调风电与光伏并网间隔保护定值，统一动作逻辑与时限配合，规避不同新能源设备故障相互干扰；结合调度数据网远程调控需求，将保护整定值与风光储协同调控指令联动，实现故障发生后保护动作与新能源功率调控同步执行，快速稳定系统运行状态，最大限度降低故障对清洁能源外送的影响。

三、光伏并网汇集站继电保护配置优化

（一）整体保护配置架构完善

立足朗显和朗昭两座汇集站实际设备布局与电网拓扑，优化继电保护整体配置架构，构建主保护、后备保护、异常运行保护分层配置、协同联动的保护体系。主保护层面，强化主变差动保护、母线差动保护、线路光纤差动保护的核心作用，确保区内故障瞬时切除，缩短故障处置时间；后备保护层面，完善远后备与近后备配置，优化后备保护动作时限与定值，弥补主保护故障拒动的短板，实现故障范围全面覆盖；异常运行保护层面，增设过电压、低电压、过频率、低频率、零序保护等配置，针对性应对光伏并网引发的电压波动、频率偏移等异常工况，提前预警防范故障扩大。

（二）专项保护配置优化

结合电力电子元器件独有的故障表现，项目现场增设谐波保护、逆功率保护两类专用设备，依靠新装装置精准甄别光伏并网侧的特殊故障，升级防孤岛保护硬件排布，电网意外失电之后装置立刻断开光伏并网支路，保障现场检修人员的人身安全。工作人员搭建一体化保护管控平台，平台统一采集风电、光伏、储能各类保护装置的运行信号，依托平台完成联合故障判定与联动跳闸，单一设备出现故障不会牵连整套协同发电系统。优化保护装置和调度数据网之间的接口设计，实现整定参数远程下发、故障信号实时回传、设备远程操控等功能，提升日常运维效率，保障调度后台和现场装置留存的数据保持一致。750kV 进线改造阶段新装线路配套专属保护设备，理顺新装装置和母线、主变保护的联动逻辑，匹配改造之后线路的送电容量和故障特征，补齐设备技改遗留的保护配置短板。

（三）保护装置运维与定值管控优化

一套完整的运维管理体系，是继电保护参数落地、设备稳定投用的关键支撑。结合现场电气运维的实操细节，运维班组搭建覆盖设备全生命周期的管护制度，制度内容囊括日常巡回检查、故障隐患排查、周期性设备试验、定值逐项复核等多项工作，借助专项试验校验整定参数的精准度，尽早排查设备本体、二次接线潜藏的各类隐患。跟随光伏发电量起伏、电网结构改动、站内技改落地等变动因素，工作人员周期性复核并且优化保护整定参数，不再采用一次整定永久沿用的老旧模式，落实参数动态修改、闭环核查的管理方案。工作人员理顺参数测算、内容审核、文件下发、现场落地全流程规范，每一次参数改动都同步刷新调度专网后台存储信息，保证现场设备和调度端数据保持统一。

四、工程应用成效与实践总结

（一）工程应用成效

本次光伏并网汇集站继电保护整定与配置优化方案，全面应用于疆电送渝项目朗显和朗昭两座汇集站，同步覆盖2024年750kV升压站的技改工程，取得显著工程成效。通过优化整定计算方法，精准核算各类保护定值，有效解决了光伏并网后保护灵敏性不足、级差配合混乱的问题，保护装置动作准确率大幅提

升，未发生保护拒动、误动及越级跳闸事故；通过完善保护配置架构，补齐光伏并网、风光储协同、高压技改后的保护配置短板，实现全站电气设备、新能源并网间隔、输电线路的全方位保护覆盖，故障隔离速度与处置效率显著提升；通过强化调度协同与运维管控，实现继电保护与调度数据网、风光储协同系统的无缝衔接，定值管控与装置运维规范化水平大幅提高，有效保障了朗显和朗昭两座汇集站的稳定投运与750kV技改工程的顺利落地。优化后的继电保护系统，完全适配疆电送渝项目高比例光伏并网、风光储协同发电的运行需求，为疆电外送第三通道安全、稳定、高效输送清洁能源提供了坚实保障，顺利完成光伏电力汇集、外送任务，助力西部清洁能源高效消纳与外送。

（二）实践总结

光伏并网汇集站继电保护整定与配置优化，是适配新能源规模化并网、保障特高压外送通道安全的核心技术工作，其核心在于贴合工程实际、精准适配新能源运行特性、兼顾高压电网技术要求。疆电送渝项目落地数据能够印证，继电保护定值核算不能继续沿用固定化标准，技术人员需要顺着光伏出力起伏、双向送电、风光储联合运转的独有工况做动态测算；设备排布遵照分层联动、专项适配的设计思路，统筹常规高压保护和新能源专属保护的布设内容，打通保护装置和调度、运维平台的数据链路，搭建可靠性突出的全套防护体系。后续工作里，工作人员持续跟踪电站实际运行工况，周期性复核保护参数和设备排布方案，顺着电网扩容、硬件迭代进度持续完善优化内容，加深继电保护和风光储调控、调度专网的数据融合深度，慢慢提升整套系统智能化水准，适配新型电力系统长期发展需求。

五、结论

工作人员开展汇集站继电保护相关工作，需要紧贴项目落地实况，跟着设备、网架的迭代进度持续优化定值核算手段和硬件排布方案，加深技术理论和现场实操的融合程度。在往后新能源装机规模持续扩容的行业环境之下，行业技术人员还要继续钻研智能测算、多站联动保护相关新技术，持续升级继电保护设备性能，满足新型电力系统建设要求，给清洁能源跨省外送、电网安全平稳运行提供更为完善的技术保障。

参考文献

[1] 王宁；高朋；贾清泉；孙玲玲；白钰. 光伏并网系统参与电压调节的有功和无功协调控制策略研究 [J]. 电工电能新技术, 2017(08).
[2] 李英姿；李智. 光伏发电项目太阳能辐射量数据对比与选用 [J]. 建筑电气, 2016(04).
[3] 冯绍兴；高金峰；李肖. 一种光伏发电并网对电力系统电压稳定的影响分析 [J]. 电测与仪表, 2015(01).
[4] 朱烨森；王靖坤；王翀；庄铁钢；沈雨生；王军. 海上光伏电站浮式消浪结构消浪特性及结构优化研究 [J]. 太阳能学报, 2026(02).
[5] 宋腾飞；杨帆；张瑶；吴海；胡溪. 光伏电站近水面输电线智能驱避鸟技术 [J]. 电器工业, 2026(02).
[6] 刘宇. 新能源全面入市对中小型光伏电站建设投资的影响分析 [J]. 中小企业管理与科技, 2026(02).
[7] 唐永林；李志云；肖剑东；祝家伟；殷向荣. 山地光伏电站无人机清洗策略研究 [J]. 清洗世界, 2026(02).
[8] 刘源. 大数据驱动的光伏电站智能化生产运营提质增效策略 [J]. 中国新技术新产品, 2026(03).
[9] 陈姝姝；任家智；辛鑫. 光伏电站的设计与设备选型分析 [J]. 节能, 2026(01).
[10] 何明汉. 光伏电站建设效率提升路径 [J]. 能源新观察, 2026(01).