

某风电场老旧保护装置改造项目中的安全可控与效率提升策略

张钦裕 杨文彪

江西大唐国际新能源有限公司 江西 南昌 330000

摘要: 本文聚焦某风电场老旧保护装置改造项目, 某风电场老旧保护装置改造项目涉及多类老旧保护装置更换, 采用国产自主可控设备, 提升安全可控性。项目计划工期紧张, 对施工组织和效率提出挑战。改造实践包括 CSC-150A-GCN 数字式母线保护装置、CSC-326T1-GCN 数字式变压器保护装置、CSC-336C-CN 数字式非电量保护装置的应用。这些装置具备高性能、大容量设计, 支持多种通信协议, 提供全面的保护功能和友好的人机界面, 确保风电场设备的安全稳定运行。改造项目不仅提升了设备的安全性和可控性, 还显著提高了施工效率, 为风电场的高效运营提供了有力保障。

关键词: 某风电场; 老旧保护装置改造; 安全可控; 效率提升

引言

风电场作为清洁能源的重要组成部分, 其设备的安全稳定运行至关重要。然而, 随着设备使用年限的增加, 老旧保护装置的性能逐渐下降, 存在安全隐患。某风电场作为典型的清洁能源基地, 其老旧保护装置的改造迫在眉睫。本次改造项目旨在通过更换老旧保护装置, 采用国产自主可控设备, 提升风电场设备的安全性和可控性, 减少对国外技术的依赖, 保障国家能源安全。同时, 项目还注重施工效率的提升, 通过科学合理的施工组织和计划安排, 确保项目按时完成。本文将详细介绍某风电场老旧保护装置改造项目中的安全可控与效率提升策略, 为类似项目提供参考和借鉴。

1 项目设计及实施方案

1.1 工程范围

本次改造项目涉及某风电场多类老旧保护装置的更换。具体包括: 更换1号和2号主后备一体主变保护装置4台、2台非电量保护装置; 更换2台35kV母差保护装置; 更换2台主变测控装置。所有更换设备均为国产自主可控设备, 这有助于提升风电场设备的安全性和可控性, 减少对国外技术的依赖, 保障国家能源安全。

1.2 总体设计思路

该风电场投产年限较长, 目前运行的继电保护装置例如主变保护和母差保护基本还是采用进口芯片, 其逻辑及算法基于采用的芯片而开发, 近年来, 国家对重要基础设施的自主可控和安全保障非常重视, 从保障电力系统安全, 维护国家安全的角度出发, 要求电力系统的继电保护装置必须采用自主可控的国产芯片, 并基于

国产芯片平台开发新型算法, 目前主变保护采用差动保护, 高后备保护, 低后备保护分体设计, 本次改造要求基于国产芯片的新算法可以将多种保护逻辑融合在一个平台, 可以简化整个外回路设计, 提高整体的可靠性, 减少设备故障率, 在逻辑和算法上可以实现主后备保护一体化综合考虑, 对于保护的配合, 定值的计算以及后期维护均有显著的优势^[1]。

由于风电场改造施工工期短, 要求在较短时间完成保护改造施工调试及送电, 因此本次工程要求采用掏屏改造方案, 厂家提供新装置及屏内配线, 当一次设备停运后, 拆除原保护屏的旧保护装置, 安装新装置, 重新按照图纸配线, 完成设备安装, 外部电缆不动, 这种方案节省投资, 不用更换保护屏和二次电缆, 同时屏内配线可以缩短施工时间, 非常适合工期要求比较高的项目。

1.3 施工组织

为做到项目的整体安全可控且效率提升, 整体的施工组织必不可少, 结合项目特点, 施工主要强调施工前的现场准备, 包括图纸资料, 物资, 人员安排; 施工中的安全管控, 突发情况处理, 随工质量验收; 施工完成后送电过程中的带负荷试验结果的判断。充分的准备并严格按照方案实施, 给本次项目的顺利完成提供了基础, 该风电场老旧保护改造完成后, 也为整个风场设备的安全运行提供了保障。

2 某风电场老旧保护装置国产化改造实践

本次改造采用北京四方保护装置, 新保护依托于国产化硬件平台, 采用新型逻辑算法, 应用于风场的主变保护和母差保护, 采用了多项新技术研究成果, 对于提

高重要保护装置的可靠性,动作速度和后期维护的简化起到重要作用

2.1 CSC-150A-GCN数字式母线保护装置

CSC-150A-GCN数字式母线保护装置是北京四方继保工程技术有限公司与北京四方继保自动化股份有限公司联合研发的国产化产品,专为1000kV及以下电压等级的母线系统设计,包括单母线、单母分段、双母线、双母双分段等多种接线形式。该装置集成了差动保护、断路器失灵保护、CT断线判别、PT断线判别、母联(分段)充电过流保护及非全相保护等多种功能,并可选配母联(分段)死区保护、线路失灵解除电压闭锁等高级功能。

硬件方面,CSC-150A-GCN采用了高性能、大容量的设计,基于SMBG总线架构,支持低速、高速通信总线和定时总线,实现板卡间高速数据交换。装置内置国产四核高性能处理器,主频高达1.2GHz,配置1GB大容量RAM,支持浮点运算和硬件加速,确保高速并行实时计算能力。同时,装置具备大容量故障录波功能,可保存不少于24次最新录波,并支持COMTRADE兼容格式输出。

为了加快差动保护的動作速度,提高重负荷、高阻接地及系统功角摆开时常规比率制动式差动保护的灵敏度,开发快速虚拟比相式电流突变量保护算法,并和常规比率制动原理配合使用。同时采用新算法判断CT饱和特性,CT饱和检测组件利用CT饱和时的特点,通过实时处理线性传变区内的各种变量关系,包括电压突变量、差动电流、制动电流突变量、差动电流变化率、制动电流变化率等,形成几个并行的CT饱和判据,根据不同判据的特点,赋予不同的同步因子。通过同步因子和时间变量的关系来准确地鉴别CT饱和发生的时刻,加上差动电流谐波量的谐波分析,使得该CT饱和检测组件具有极强的抗CT饱和能力,能够鉴别2msCT饱和。对于饱和相区外转区内故障,由于采用波形识别技术,可以快速切除故障^[2]。

此外,装置提供了全面的自检功能,包括硬件在线检测、开入量、开出量、模拟量、电源和光模块的自检,确保装置运行的稳定性和可靠性。对于母联(分段)保护,装置支持充电过流保护、非全相保护及失灵保护,确保母线系统在各种工况下的安全运行。

CSC-150A-GCN还具备友好的人机界面,提供液晶显示和丰富的菜单操作功能,方便用户查看装置状态、修改定值和进行故障分析。同时,装置支持多种对时方式,包括硬脉冲对时和网络对时,确保时间同步的准确性。

2.2 CSC-326T1-GCN数字式变压器保护装置

CSC-326T1-GCN数字式变压器保护装置是北京四方

继保工程技术有限公司与北京四方继保自动化股份有限公司联合研发的智能化保护设备,专为国网110kV及以下电压等级变电站设计。该装置采用主后一体化设计,集成了常规采样与常规跳闸功能,完全符合国网公司Q/GDW 10767《10kV~110(66)kV元件保护及辅助装置标准化设计规范》的要求。

CSC-326T1-GCN保护装置具备全面的保护功能,包括差动速断、纵差保护、变化量差动保护等主保护,以及复压过流保护、零序过流保护、间隙过流保护、零序过压保护、失灵联跳、过负荷保护、启动风冷和闭锁调压等后备保护。这些保护功能可根据用户需求灵活配置,确保变压器在各种故障情况下均能得到可靠保护^[3]。

装置采用高性能、大容量的硬件平台,基于网络化设计思想,内部采用SMBG智能多模式总线架构,实现板卡间高速、可靠的数据交换。双CPU冗余设计增强了装置的防误动能力,确保在单个CPU故障时,保护装置仍能可靠运行。同时,强电磁兼容性设计使装置能在恶劣电磁环境下稳定工作。

CSC-326T1-GCN支持IEC 61850标准通信,可通过双以太网或三以太网与变电站层的监控、远动、故障信息子站等设备通信。装置还提供了多种对时方式,包括电/光IRIG-B对时和网络对时,确保时间同步的准确性。此外,装置具备完善的自检能力,能够实时监测硬件状态,提前发现并处理潜在故障。

在用户界面方面,CSC-326T1-GCN采用了大液晶显示,实时显示差动电流、单元电流、单元电压等关键信息,方便用户监控和操作。装置还提供了基于PC机的辅助分析软件,支持保护控制逻辑定制、事故分析、虚拟测试等功能,进一步提升了用户的使用体验。

技术条件方面,CSC-326T1-GCN能在-25℃至+55℃的环境温度下正常工作,具备优良的机械性能和电磁兼容性能。装置还通过了严格的绝缘电阻测试和冲击电压测试,确保在各种恶劣环境下均能稳定运行。

2.3 CSC-336C-CN数字式非电量保护装置

CSC-336C-CN数字式非电量保护装置是北京四方继保工程技术有限公司与北京四方继保自动化股份有限公司联合研发的一款高性能保护设备,专为变压器、电抗器、发变组等主设备设计,用于本体非电量的保护。该装置严格遵循Q/GDW 175-2013及Q/GDW 10767-2015等标准化设计规范,确保了输入输出量、压板、端子、报告和定值等的规范性与统一性。

CSC-336C-CN装置在技术上实现了全面数字化,但非电量保护逻辑仍沿用站内控制电源的直控逻辑,采用

电磁继电器输入接口，确保了可靠性与稳定性。装置配备了大屏幕LCD汉化显示及中文报告打印功能，使得操作与维护更加便捷直观。同时，非电量接点名称可通过附带软件灵活修改，与现场名称保持一致，增强了装置的适应性与灵活性。

在硬件设计上，CSC-336C-CN采用了全新的后插拔组合结构，强弱电回路分离，进一步提高了硬件的可靠性和抗干扰性能。装置提供多种通信接口，包括RS-485、电以太网接口，支持电力行业标准通信规约及四方CSC2000规约，并可共享网络打印机。此外，装置还支持GPS对时，提供了脉冲对时、IRIG-B码对时及网络对时等多种对时方式，确保了时间同步的准确性。

CSC-336C-CN装置分为CSC-336C1-CN和CSC-336C3-CN两个分型号，分别适用于不同场景的非电量保护需求。CSC-336C1-CN配置了82路非电量输入，适用于发变组、分相变压器等复杂设备；而CSC-336C3-CN则配置了24路输入，更适用于110kV变压器等相对简单的应用场景。两种型号均提供了丰富的出口路数和信号触点，满足不同保护需求^[4]。

在保护逻辑方面，装置支持无延时、单延时及组合延时等多种保护模式，通过CPU插件与延时插件的协同工作，实现了精确的时间控制与保护动作。同时，装置还具备完善的事件记录和动作报告处理功能，可保存大量动作报告和操作记录，便于事后分析与故障排查。

此外，CSC-336C-CN装置在安全性、环境适应性及电磁兼容性等方面均达到了高标准要求。装置能在恶劣

环境下稳定工作，具备出色的抗干扰能力和机械性能，确保了电力系统的安全运行。同时，装置还提供了便捷的维护接口和详细的操作指南，降低了运维成本，提高了工作效率。

3 结语

某风电场老旧保护装置改造项目的成功实施，不仅显著提升了风电场设备的安全性和可控性，还通过科学合理的施工组织和计划安排，实现了施工效率的显著提升。改造过程中采用的高性能、大容量设计，以及支持多种通信协议的国产化保护装置，为风电场的高效运营提供了有力保障。同时，改造项目还注重细节管理，通过严格的设备选型和参数要求，确保采购设备符合项目实际需求。未来，随着清洁能源的不断发展，风电场设备的安全性和效率将面临更高要求。某风电场的改造经验为其他风电场提供了宝贵借鉴，有助于推动整个行业的持续进步和发展。

参考文献

- [1]谢江媛.风电场变电站继电保护装置配置方案[J].新疆有色金属,2024,47(01):86-87.
- [2]李俊沅.早期风电场风电机组通信保护装置的设计研究[J].风能,2021,(05):84-87.
- [3]许扬,蔡安民,张立英,等.老旧风电场改造升级进展及关键技术展望[J].南方能源建设,2025,12(02):58-70.
- [4]杨璐,周成.老旧风电场改造难题及影响因素分析[J].太阳能,2023,(12):10-17.