

[变电站]

海外变电站220 kV线路保护改造经验

文/郑华珍¹ 徐勇²

1. 上海电气输配电工程成套有限公司; 2. 华东电力设计院

随着一带一路的持续深入, 中国企业参与海外总承包的工程越来越多, 以刚果金220 kV L变电站220 kV线路保护改造的过程, 介绍了海外EPC工程中线路保护改造在设计、整定及施工调试方面应该注意的问题及经验总结, 给同行提供一定的参考。

变电站二次设备改造是复杂的系统工程, 施工交叉配合多、风险点多。非洲国家电网设计按照早期欧洲承包商的习惯, 没有统一标准, 千差万别。由于政治经济各种因素, 有的非洲国家的电网建设已经停滞多年, 在役的变电站内设备老化严重, 有的产品老旧甚至在国内已经淘汰, 再加上资料基本没有保存, 对于已经适应国内标准化工程的中国承包商来说, 海外EPC涉及的二次设备改造难度比在国内更有挑战性。

220 kV L变电站位于刚果金首都金沙萨, 建于1982年, 220 kV采用单母分段接线方式。本次保护改造的220 kV线路间隔Kinsuka1挂在I母线上。该线路长约14 km。该间隔配置了整流型保护装置, 采用高频载波通道, 因服役时间过长, 高频设备及整流型保护装置已经大部分损坏, 对一次设备无法起到可靠的保护作用。

本次改造采取整屏更换的方案, 需要拆除三面旧保护屏, 一面控制台, 新立一面保护屏, 并用OPGW替换原接地线, 为新上保护装置及220 kV L站下的变电站到调度中心的通信创建光纤通道。

保护改造重点

本次改造新立的保护屏按照业主习惯配置, 由ABB的RED670光纤纵联差动保护装置和REL670纵

联距离保护装置组成双重化保护, 不采用国内常规的操作箱, 而是采用国外工程通用的跳闸出口继电器、lockout继电器等组成出口回路。同时考虑当地组屏习惯, 将2套保护装置、1个计量表计及手动分合功能组合在一面屏内, 实现紧凑化的布置方案。

本次改造一次设备不更新, 新增保护屏需要与一次设备进行衔接, 所以前期需要现场踏勘、收集资料和编制针对性的改造方案, 施工前完成图样复核和交底等工作, 做好施工准备, 合理安排停电计划。

方案设计

刚果金电网整体发展落后, 设备水平参差不齐, 人员素质不高, 文件资料基本无人收集保存, 导致前期设计时有可借鉴的图样, 只能靠现场考察人员根据端子排及现场接线一个个推敲, 大大增加了改造难度。

(1) 直流电源

原保护装置共用一个直流电源, 在直流电源发生故障时, 保护装置及操作回路均无法正常工作。本次从既有直流屏引一路电源用于RED670保护装置电源及第一路操作电源, 另引一路用于REL670保护装置电源及第二路操作电源, 实现真正的保护

双重化，并在电源回路并入电源监视继电器，在电源发生故障时提供报警信号。

(2) 交流电流和电压回路

电流互感器年代久远，只有一组保护绕组和一组计量绕组，且业主暂无改造计划，故本次沿用原方案，两套保护装置共用一组电流。保护电压采用线路PT，同期电压采用母线PT。二次电缆均更换为屏蔽铠装电缆。重新敷设CT电缆后，检查二次回路极性保证正确性。

(3) 操作回路

本次改造采用的两套保护装置RED670和REL670均为全线速动保护装置，RED670保护装置的跳闸出口接入既有断路器的第一组跳闸线圈，REL670保护装置的跳闸出口接入既有断路器的第二组跳闸线圈。

原手合手分回路在控制台通过按钮实现，本次改造需要拆除控制台，因此将手动分合断路器及隔离刀开关的功能集成在保护屏。在保护屏正面下方位置设置该间隔接线模拟条，并加装断路器、隔离刀开关的合分把手及指示回路，这样运维人员在没有后台的情况下，也能清楚设备的状态。

(4) 通信方案

高频通道结构复杂，故障率高，故障查找及处理比较麻烦，维护量较大，对主保护的正常运行带来风险。另考虑线路长度短，因此本次改造中不再采用高频通道。把现有接地线改为一根48芯OPGW，作为专用光纤通道，供保护及通信使用。两套保护装置各占用两根专用芯，另外4根专用芯用于下游220 kV K站到调度中心的信息传输。光纤所接入的ODF也装设在保护屏内，ODF最终通过两芯铠装光缆接入L变电站既有的SDH设备。改造后的通信网络如图1所示。

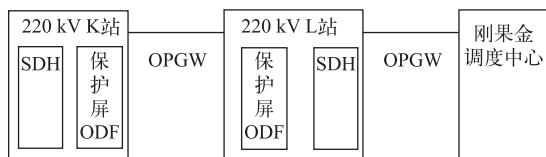


图1 改造后的通信网络图

(5) 监控系统

220 kV L站目前无远动机及相关后台，所以本次新保护屏只能预留了动作及告警节点，待该站后

期有改造计划时接入使用。

整定及调试

对于220 kV输电线路，在强化主保护配置的前提下，后备保护整定计算可适当简化。改造后的线路保护采用ABB的RED670及REL670组成双重化保护，根据配置原则，并兼容业主习惯，本次分别配置有光纤差动保护、纵联距离保护及后备保护如距离保护、过电流保护和零序过电流保护等。

(1) 整定

需要注意IED670保护装置的测量和保护算法使用一次系统量，同样也使用一次量进行整定，这点与国内保护不同，在整定计算及校验时须特别注意。

IED670保护装置整定CT、PT参数时，须注意以下几点。220 kV线路间隔的CT的P1一般朝向母线，二次为减极性接法。这种情况下的CTStar Point1应设为To Object，如果CT的P1朝向线路侧，CTstar Point1应设为From Object。国外项目PT二次额定电压一般要求为110 V，VTsec7取值应注意不要按国内习惯取成100 V。

线路保护的Global BaseSel一般只取一个，其中的 I_{base} 按线路负荷电流整定。短线路的充电电流小，故取 I_{dmin} 为 $20\%I_{base}$ 。 $I_{dminHigh}$ 为线路充电时暂时降低灵敏度，所以在 $tl_{dMinHigh}$ 不为0的情况下校验差动启动值时，需要故障电流持续 $tl_{dMinHigh}$ 后保护才能动作。

距离保护的整定涉及ZMRPDIS、ZMRAPDIS、ZDRDIR、FRPSPDIS和ZMRPSB五个模块。ZDRDIR模块用来判断故障发生在正方向还是反方向，整定值一般取默认值。ZMRPDIS用于距离I段保护，ZMRAPDIS用于距离II~IV段保护，FRPSPDIS用于故障选相，ZMRPSB用于振荡闭锁。在进行距离保护故障电阻整定时需注意，按照电弧电阻，塔架施工的电阻和杆塔冲击接地电阻计算出来的电阻值偏小，而故障电阻在对整定范围没影响的情况下应尽可能大，以保证故障可靠检测，故按厂家建议值取单相故障电阻 $3X_1$ ，相间故障电阻 $4.5X_1$ 。距离II段及以上取单相故障电阻 $1.5X_1$ ，相间故障电阻 $2.25X_1$ 。

进行FRPSPDIS选相模块整定时，须注意距离III段采用电流判据不受选相距离判据影响，因此 Z_M 一般按照大于 $1.44Z_2$ 来整定。

因为距离III段动作时间按照业主要求设置为0.9 s,躲不过振荡周期,进行ZMRPSB振荡闭锁模块整定时,须注意按照躲过 Z_3 来整定,而不能按照国内常用做法进行。

SESR SYN同期模块整定时,Operation Synch取off,该值适用于电厂情况。变电站整定时,Operation和Operation SC须同时取on,本线路采用单相重合闸,所以不检同期也不检电压,AR Mode取1/2/3ph。

需注意的是,线路保护最终的距离定值需要根据实测线路参数再次计算才能使用。

(2) 调试

调试时应做好交流采样值的校验、保护整定值的校验和整组试验。

交流采样误差需满足规范要求,对各段定值的0.95和1.05倍要进行严格的校验,根据方向元件及灵敏角的校验结果判断是否满足整定原则的要求。在进行距离保护定值测试前,可以将合闸后加速功能退出。因为保护在断路器分位状态和故障前无电压无电流状态均会启动后加速功能,会引起距离保护定值不准。另外在测试接地故障前,需将零流保护退出,或将其最小动作时间设为大于距离保护动作(III段)时间。

整组试验是检验整套保护能否正确动作的最后关,通过整组试验可以发现设计安装过程中的问题。在试验过程中,就遇到一些意外情况。如隔离刀开关辅助接点失灵、断路器非全相继电器损坏等,需要联合业主一起制定方案,更换元器件。甚至在改造过程中,发现业主原接线的错误,也需要与业主一一复核确认后,做好消缺。

施工注意事项

(1) 旧屏拆除

旧屏的拆除工作由业主负责,但是旧屏柜外侧

的二次电缆需要总包商负责解除,解除的电缆两侧均需做好绝缘包扎,退回到电缆夹层或者电缆沟,并做好相应的保护和标识。

(2) 新屏安装

为缩短停电时间,本次新屏选择空屏位安装,地面预埋10#槽钢,屏柜底部与10#槽钢焊接固定。新增屏柜的外壳通过其基础槽钢与原有主接地网从不同方向用95 mm²的铜绞线两点可靠连接。屏柜底部架设截面为-25×4 mm²专用二次等电位接地铜排,并与原等电位接地铜排进行连接。

(3) 现场施工

刚果金电网基本都是外国承包商建设的,设计方案没有统一标准,造成改造工程施工难度大,风险多的特点。本项目因为变电站建设年代久远,图样残缺严重,更需要施工队伍具备较高的业务素质,对设计图样充分消化,对现场的实际接线情况做到烂熟于胸。

为缩短停电时间,施工队伍多次赴现场进行准备工作,摸清电缆走线,对本次改造涉及的回路,需要拆除或者增加的线路,在端子箱相应位置用记号笔做好标记,注明端子号及功能,保证施工过程中,不接错线,不误碰带电设备。

结束语

变电站改造工程本来是投入产出比偏低的工作,在非洲这个特殊的环境下,就更令人望而却步,但是又无法避免。与国内改造工程相比,非洲业主素质低,电网没有统一规范,设计及设备情况五花八门,对海外承包商来说,需要付出更多的精力去协调各个团队,做好收资、设计、采购及施工调试各方面工作,提前作好风险预判,才能完成项目目标。本文介绍了笔者在实际项目过程中的一点经验总结,以期给同行提供一些有意义的参考。EA

(收稿日期:2024-01-02)

www.eage.com.cn

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告