

一例无光纤通道的 220 kV 线路保护技术改造配置方案

汤大海¹,戴网虎¹,赵海林²,曹 斌¹,陈永明¹,黄 治¹,祁 明¹
(1.镇江供电公司,江苏 镇江 212001;2.扬中供电公司,江苏 扬中 212200)

摘 要:结合 220 kV 线路近期改造计划,临时利用了相邻线路 OPGW 光纤备用芯形成迂回通道,对 2 条技术改造的无专用光纤通道的 220 kV 线路保护进行重新合理配置,采用了光纤分相电流差动保护和载波通道高频保护的配置方案,线路改造后计划采用 2 套光纤分相电流差动保护配置方案,实现了双重化 220 kV 线路保护技术改造的最佳配置。

关键词:单电源环网;光纤通道;220 kV 线路保护;技术改造;配置方案

中图分类号:TM773

文献标识码:B

文章编号:1009-0665(2011)04-0021-05

220 kV 线路保护广泛采用 2 套纵联保护作为快速切除线路故障的主保护,来保证系统安全稳定运行^[1,2]。目前,220 kV 线路纵联保护常用的有载波通道高频闭锁方向保护、高频闭锁距离零序电流保护(上述 2 保护可简称高频保护)、光纤通道的纵联允许方向保护(简称光纤高频保护)和光纤通道的分相电流差动保护。随着光纤通道大量的运用和光纤分相电流差动保护具有天然的选相性能,光纤分相电流差动保护已在 220 kV 电网得到广泛运用。上述保护在单电源环网和单电源供电线路中,由于性能各不相同,因此,在单电源环网和单电源供电线路上的运行效果各不相同。2009 年,镇江供电公司 2 条 220 kV 线路保护装置在更换选型时,原配置方案为 2 套载波通道的高频闭锁方向保护,由于高频保护载波通道在单电源环网中存在一系列问题^[3-5],同时载波通道干扰致使高频保护区外故障误动等等,保护更换时希望配置光纤通道的分相电流差动保护或光纤通道的高频保护。虽然没有光纤通道,但利用了附近线路的 OPGW 光纤迂回通道^[6]并结合该线路近期改造计划,每条线路配置了至少 1 套光纤分相电流差动保护,实现线路保护的 best 配置,从而提高电网的运行性能。

1 单电源环网的形成

1.1 220 kV 电网分层分区形成单电源环网

随着江苏省 500 kV 电网的增强,为限制短路电流,防止 500 kV 电网与 220 kV 电网电磁环网造成对电网安全稳定运行的影响,江苏省 220 kV 电网已分成若干个“分区”运行^[7]。2005 年始镇江 220 kV 电网分为东部电网和西部电网运行。220 kV 电网“分区”运行后,造成了许多单电源环网或单电源供电线路。

1.2 电厂检修局部电网形成单电源环网

镇江西部局部 220 kV 电网见图 1。其中 D 变电所为内桥接线,故为单电源供电变电所。2009 年初,某电厂发电设备检修,机组全部停运,使得图 1 中局部电网由多电源环网运行变为单电源环网运行。

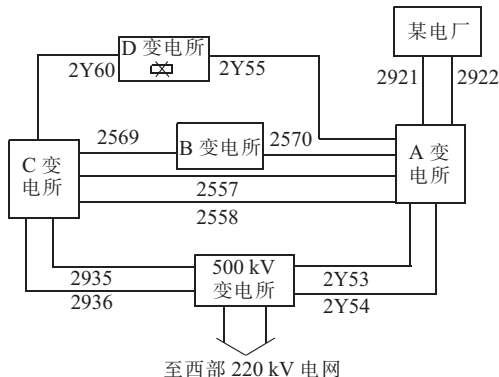


图 1 镇江西部局部电网

2 单电源环网线路纵联保护运行性能分析

2.1 高频保护

单电源环网时,若线路采用高频保护,当在电源线路的首端附近故障,由于线路另一侧保护没有故障电流或故障电流很小而无法启动,致使该高频保护拒动,如图 2 所示。可以采用高频保护弱馈功能使弱电源侧高频保护启动,但一方面电网中高频保护弱馈功能不能自动适应。以图 1 中某电厂停电检修,该局部电网变为单电源环网为例,B 变电所 2570 保护若采用高频保护,在环网运行时,本高频保护“弱馈功能控制字”必须设为“电源侧”;当运行方式变化时,比如在 A 变电所母线断开时(比如设备检修),本高频保护“弱馈功能控制字”设为“电源侧”;而在 C 变电所母线断开时本高频保护“弱馈功能控制字”又要设为“弱馈侧”或“弱电源侧”,高频保护的“弱馈功能控制字”要么设定为“电源侧”,要么设定“弱馈侧”,因此,高频保护的弱馈功能不能自动适应,需要在运行过程中根据运行方式通过更改保护定值来实现,因而不能适用 220 kV 电网稳定运行的要求。另

一方面,高频保护弱馈功能不完善,因此,高频保护在单电源环网中使用有一定的局限性^[3-5]。

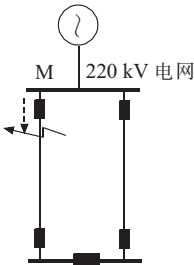


图 2 双回线单电源环网

2.2 光纤分相电流差动保护

以国内几家制造厂家(国电南自、南瑞继保、北京四方、深圳南瑞)光纤分相电流差动保护装置为例,分析双回线单电源环网方式下保护弱馈判据启动线路两侧光纤分相电流差动保护性能,其弱馈判据分析比较如表 1 所示(表 1 中 U_n 为本侧 TV 的相或相间额定电压),即除了表 1 中常规的判据 1 和判据 2 外,还具有差流启动判据+判据 3 或差流启动判据+判据 4。

表 1 国内主要光纤分相电流差动保护弱馈启动判据性能分析比较

开放元件	PSL603 保护装置	RCS931 保护装置	CSC103 保护装置	PRS753 保护装置
电流启动判据	本侧相电流	本侧相间电流	本侧相间电流	本侧相电流
零序过流启动	本侧零序电流	本侧零序电流	本侧零序电流	本侧零序电流
电压启动判据	本侧相/相间电压 <0.9 U_n	本侧相/相间电压 <0.65 U_n ; 本侧零序电压 >2 V	本侧相/相间电压 <0.6 U_n	本侧相电压 <0.7 U_n
远方启动	对侧相电压变化量 >8 V/对侧零序电压 >1 V	对侧零序电压 >2 V	本侧相电压变化量 >8 V,本侧零序电压变化量 >1 V	对侧零序电压 >1 V

双回线单电源环网供电网络如图 2 所示,阻抗参数如图 3 所示。按其中一条线路各处经过过渡电阻为 $0\ \Omega$ 或 $100\ \Omega$ 的情况下发生短路故障,分析线路两侧分别配置上述制造厂家的光纤分相电流差动保护装置在线路故障时保护的启动性能,具体如表 2、表 3 所示(其中表 3 中的 $0\sim 46\%$ 等系指线路故障点离系统电源变电所距离的百分比)。

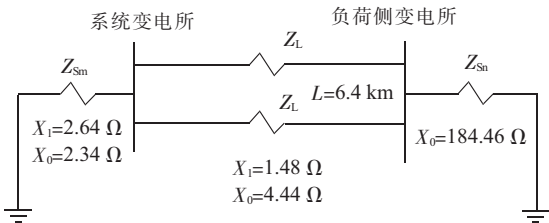


图 3 双回线单电源环网方式下系统参数

表 2 过渡电阻为 $R_g=0\ \Omega$ 时保护启动计算结果

故障类型	单相接地短路	相间短路	相间接地短路	三相短路
PSL603	启动	启动	启动	启动
RCS931	启动	启动	启动	启动
CSC103	启动	启动	启动	启动
PRS753	启动	启动	启动	启动

表 3 过渡电阻为 $R_g=100\ \Omega$ 时保护启动计算结果

故障类型	单相接地短路	相间短路
PSL603	0~46%不启动	启动
RCS931	0~12%不启动	启动
CSC103	0~12%不启动	启动
PRS753	0~45%不启动	启动

由上述分析可见,在该单电源环网中,若采用光纤分相电流差动保护,在无过渡电阻短路时或经较小过渡电阻短路(按图 3 系统网络计算表明,能使保护启动的临界过渡电阻 $\leq 83\ \Omega$)时,均能可靠启动,而在经过约 $83\sim 100\ \Omega$ 高阻接地,在靠近电源侧一定的范围内存在拒动的可能。分析表明,光纤分相电流差动保护还具有在运行过程中不需要更改保护定值、弱电源侧自动适应功能,以及天然的选相功能。由于光纤分相电流差动保护比高频保护有较多的优点,所以,江苏省电网 220 kV 线路保护在有专用光纤通道时,尽量采用 2 套分相电流差动保护作为线路的主保护的配置方案。

3 2 条线路保护更换时保护配置

2008 年下半年,由于某电厂机组全部停电检修,使得镇江市市区局部 220 kV 电网(见图 1)形成了单电源环网,一些线路由于采用载波通道的高频闭锁方向保护,使得单电源环网解环变成单电源多级供电线路,该镇江城区局部电网运行性能变差,威胁镇江市区的供电。2935 和 2936 线路保护原配置为 2 套载波通道的高频保护:LFP-901A 保护装置、WXB-11C 保护装置已运行 10 年多了,2009 年原计划准备更换为载波通道的高频保护。由于上述供电可靠性等原因,2935 和 2936 线路两侧保护装置更换时,希望配置光纤通道的分相电流差动保护或光纤通道的高频保护,为此对光纤通道进行了调查。

3.1 光纤通道调查

2936 线路架设 24 芯的 ADSS 光缆,为省公司通信主干网通道,24 芯光纤已全部用完;但相邻近的迂回线路 2Y54 和 2Y55 线路(同杆架设)、2570 和 2Y55 线路(前段线路同杆架设)、2569 和 2Y60 线路(前段线路同杆架设)上均架设 OPGW 光缆,上述线路中最少有 6 芯备用光纤可用,2569 线路长度

6.21 km, 2Y54 和 2Y55 线路长度 15.12 km, 2570 线路长度 4.59 km, 迂回线路总长度仅为 25.92 km, 没有超过光纤保护一般要求光缆长度 ≤ 50 km 的基本要求。

3.2 2 条线路改造情况调查

2935 和 2936 线路为 1980 年前投运的线路, 已有 30 多年, 由于京沪高铁在 C 变电所南面经过, 2008 年 2935、2936 线路(总长 7.5 km, 7.88 km, 不同杆)已改造了 1 km 多线路(同杆), 已在 1 km 多线路上架设 OPGW 光缆。通过向公司生产技术部咨询得知, 2012 年前后, 2935 和 2936 线路将要进行全线改造, 届时全线将架设 OPGW 光缆。

3.3 2 条线路保护配置分析

由于增加了迂回光纤通道的选择及近期线路改造的可能, 2935 和 2936 线路保护的配置有以下几个方案可供选择:

(1) 2 套载波通道的高频保护。采用 2 套载波通道的高频保护, 在上述电厂机组全部检修时, 镇江市局局部电网形成单电源环网时, 该保护在线路故障是可能会拒动^[3,4]而失去主保护作用。500 kV 变电所、C 变电所均设有旁路母线, 高频保护切旁路开关保护比较容易实现。

(2) 2 套光纤分相电流差动保护。采用 2 套光纤分相电流差动保护, 一是占用了较多的通信光纤通道, 而迂回光纤通道上最少只有 6 芯备用光纤, 还差 2 芯备用光纤, 若全部占用, 通信无备用光纤; 二是由于采用了迂回光纤通道, 2Y54 和 2Y55 线路、2570 和 2Y55 线路、2570 和 2Y60 线路中任一条线路检修, 可能会由于光纤通道中断而影响 2 套光纤分相电流差动保护的运行, 主保护将失去。另外江苏省电网不采用光纤分相电流差动保护切旁路开关保护方案(因为比高频保护实现切旁路开关保护的方案复杂)。

(3) 1 套光纤分相电流差动保护和 1 套光纤高频保护。缺点同方案(2), 但光纤高频保护可以切旁路运行。

(4) 1 套光纤分相电流差动保护和 1 套高频保护。采用 1 套光纤分相电流差动保护和 1 套载波通道的高频保护, 一是占用通信光纤备用通道不多, 只用了迂回光纤通道上 4 芯备用光纤, 还有最少 2 芯通信备用光纤; 二是由于采用了迂回光纤通道, 2Y54 和 2Y55 线路、2570 和 2Y55 线路、2569 和 2Y60 线路中任一条线路检修, 可能会由于光纤通道中断光纤影响了分相电流差动保护的运行, 但不会影响载波通道的高频保护的运行, 仍有以 1 套主保护能够运行。同时, 高频保护切旁路开关保护比较容

易实现。

3.4 2 条线路保护配置方案

比较几套配置方案的优缺点, 并考虑了电网远期发展, 采用了方案(4), 即采用 1 套光纤分相电流差动保护和 1 套载波通道的高频保护的方案。采用这一配置方案, 有下列优点:

(1) 充分利用目前通信备用的 OPGW 光纤通道, 节约了由于保护及通信要求的 2009~2012 年 2935 和 2936 线路 ADSS 光缆的改造费用;

(2) 由于其中的 1 套线路保护采用了光纤分相电流差动保护, 节省了各一相高频通道设备的投资;

(3) 采用迂回 OPGW 光纤通道, 可与 2012 年前后线路改造很好的衔接起来, 可一举多得;

(4) 采用 1 套光纤分相电流差动保护和 1 套高频保护, 既可防止由于某电厂机组全部停电, 造成 A、B、C 等变电所变为馈供变电所, 供电可靠性大大下降; 又可防止采用迂回 OPGW 光纤通道, 上述线路检修或其他原因造成光纤通道中断, 影响系统安全稳定运行, 因为仍然有 1 套高频保护可继续运行。

总之, 采用上述配置, 既节约了投资, 又有利于镇江西部电网系统安全运行。通过省公司招标, 采用了 RCS931A 保护装置和 PSL602 线路保护装置的配置。

3.5 利用迂回备用光纤通道构成分相电流差动保护

2010 年 3 月, 2935 线路、2936 线路分别停电, 按上述方案(4)进行保护更换, 其中 RCS931A 光纤分相电流差动保护装置采用了迂回光纤通道(500 kV 变电所—A 变电所—B 变电所—C 变电所), 2Y54 和 2Y55 线路 OPGW 光纤与 2570 和 2Y55 线路 OPGW 光纤的尾纤在 A 变电所内通信机房的光配线架上融接, 2570 和 2Y55 线路 OPGW 光纤与 2569 和 2Y60 线路 OPGW 光纤的尾纤在 B 变电所内通信机房的光配线架上融接, 形成了迂回光纤通道。经过几个月的运行, 除 2010 年 5 月 2569 和 2Y60 线路检修(杆塔迁移)造成迂回光纤通道中断, 造成了 2935 和 2936 线路两侧的光纤分相电流差动保护光纤中断而被迫退出运行外, 2 条线路保护运行状况良好^[6]。

4 改造光纤通道形成后保护配置方案

2012 年前后, 2935 和 2936 线路将要进行线路改造, 架设 OPGW 光缆, 届时, 只要将本线路的专用光纤接入本线路的光纤分相电流差动保护装置上, 2935 线路和 2936 线路光纤分相电流差动保护专用光纤通道形成, 原迂回光纤通道还给通信作为备用。另一套线路保护有 3 个配置方案可选: (1) 维持原

高频通道的高频保护装置;(2)将2935和2936线路的高频保护的高频收发信机改成光收发信机,即可由载波通道的高频保护装置变成光纤通道的高频保护装置,光纤通道接本线路专用光纤通道;(3)将PSL602保护装置更换部分插件和改屏后部分屏内接线即可改变为PSL603光纤分相电流差动保护装置,接专用光纤通道后又形成了另一套光纤分相电流差动保护装置;另外,2935和2936线路的原PSL602保护高频通道为新的,高频收发信机可给旁路开关使用,在线路保护检修时,仍保证有一套高频保护运行。综合上述方案,该线路保护建议采用方案(3)或方案(2),优先采用方案(3)。

5 线路主保护的运行

以图1电网为例。2921,2922,2Y54,2Y55线路均配置了双套光纤分相电流差动保护,2569,2570线路均配置了1套光纤分相电流差动保护+1套光纤高频保护,2Y55,2Y60线路均配置了单套光纤分相电流差动保护,2557,2558双套载波通道的高频保护。

5.1 多电源环网运行

2935线路和2936线路及2921,2922,2Y54,2Y55,2557,2558两侧的2套纵联保护均投入运行。2Y55和2Y60线路为单电源供电线路,其电源侧光纤分相电流差动保护投跳闸、负荷侧光纤分相电流差动保护功能压板投运行而跳闸压板退出运行(调度术语为“弱电应答”)。

5.2 单电源环网保护配置和要求

按江苏省电力公司单电源环网保护配置和要求,2条线路形成长期单电源环网运行,则2条线路主保护需配置2套光纤分相电流差动保护^[8];检修或临时方式下2条线路形成单电源环网运行,则2条线路主保护至少需配置单套光纤分相电流差动保护。满足上述要求时,可将靠近电源的第一级线路按单电源环网运行。

5.3 单电源环网保护运行

图1电网中,当某电厂全部机组因检修形成单电源环网时,由于2Y54和2Y55线路均配置了双套光纤分相电流差动保护,2935线路、2936线路也配置单套光纤分相电流差动保护或双套光纤分相电流差动保护,可将2Y54和2Y55线路在A变电所合环运行,2Y54和2Y55线路两侧保护光纤分相电流差动保护均投跳闸,A变电所其他出线按单电源供电线路运行;同样也可将2935线路、2936线路在C变电所合环运行,2935和2936线路两侧保护光纤分相电流差动保护均投跳闸,C变电所其他出线按

单电源供电线路运行;2Y55和2Y60线路为单电源供电线路,其主保护的运行见第5.1节中2Y55和2Y60线路主保护的运行;B变电所分别由A变电所2570线路和C变电所2569线路单电源供电,线路两侧光纤高频保护停用,光纤分相电流差动保护的运行同2Y55和2Y60线路;2921和2922分别由A变电所单电源供电,2921和2922线路光纤分相电流差动保护保护的运行同2Y55和2Y60线路。2557和2558按单电源供电线路运行,线路两侧高频保护停用。

5.4 运行效果分析

在图1电网中,由于某电厂全部机组检修,使得多电源环网变成单电源环网,由于各纵联保护在单电源环网的性能不同,若按高频保护配置,使得电网中出现两级单电源供电线路出现,即:500 kV变电所—C变电所—D变电所或500 kV变电所—C变电所—B变电所;若至少配置1套光纤分相电流差动保护,则在C变电所可将2935和2936线路合环运行,减少了一级单电源供电线路,供电可靠性较两级单电源供电线路得到提高。

6 结束语

由于光纤分相电流差动保护有比高频保护较优良的性能而越来越得到广泛运用,特别是在单电源环网电网和单电源供电的线路,越来越多的采用配置光纤分相电流差动保护作为该线路的主保护。因此,线路保护技术改造时应结合电网的近远期发展计划及电网的实际情况酌情配置和选择,使线路保护的运行性能达到最佳。上述2935线路、2936线路保护技术改造的配置实例,在线路全线改造前,先采用了1套光纤分相电流差动保护和1套高频保护配置方案;在线路全线改造后,有了专用光纤通道后可采用2套光纤分相电流差动保护配置方案或采用1套光纤分相电流差动保护和1套光纤高频保护(将高频收发信机改成光收发信机)的配置方案,可优先采用2套光纤分相电流差动保护配置方案。该配置实例,优化了电网保护的运行性能,可供类似技术改造工程参考和借鉴;也可运用在电网中的一些特别情况下,如线路出现运行中的2套光纤分相电流差动保护专用光纤通道全部中断时,可临时采用附近线路的备用光纤构成迂回光纤通道进行救急,然后再抢险专用光纤通道。

参考文献:

- [1] GB/T 14285—2006,继电保护和安全自动装置技术规程[S].
- [2] DL/T 559—2007,220~500 kV电网继电保护运行整定规程[S].

[3] 常风然,张 洪,周纪录,等.单电源线路保护问题分析及对策[J].继电器,2007,35(10):9-12.

[4] 李洪书.单电源 220 kV 线路继电保护的运行分析[J].华北电力,2005(S):24-27,108.

[5] 汤大海,严国平.单电源 220 kV 多级供电线路继电保护整定策略[J].电力系统保护与控制,2009,37 (20):139-144.

[6] 毛秀伟.光纤迂回通道可靠传输继电保护业务的应用研究[J].电力系统通信,2005,26(7):57-61.

[7] 胡 伟.2004~2005 年江苏电网分层分区运行分析[J].华东电力,2003,31(8):14-17.

[8] 黄 坚,王 亮,尤承佳.双馈线运行方式的实践[J].江苏电机工程,2007,27 (3):37-39.

作者简介:

汤大海(1963-),男,江苏镇江人,高级工程师,从事电网继电保护运行管理工作;

戴网虎(1974-),男,江苏镇江人,工程师,从事电网继电保护运行管理工作;

赵海林(1964-),男,江苏高淳人,工程师,从事电力生产运行管理工作;

曹 斌(1977-),男,江苏海安人,工程师,从事电网继电保护运行管理工作;

陈永明(1979-),男,江苏海安人,工程师,从事电网继电保护运行管理工作;

黄 治(1978-),男,江苏镇江人,助理工程师,从事电网运行管理工作;

祁 明(1968-),男,江苏镇江人,助理工程师,从事电网监控运行工作。

Technical Improvement and Configuration Scheme of A Case of 220 kV Line
Production Without Fiber Channel

TANG Da-hai¹, DAI Wang-hu¹, ZHAO Hai-lin², CAO Bin¹, CHEN Yong-ming¹, HUANG Zhi¹, QI Ming¹
(1.Zhenjiang Power Supply Company, Zhenjiang 212001, China;
2.Yangzhong Power Supply Company, Yangzhong 212200, China)

Abstract: Combined with the recent reconstruction project of 220 kV line production, by using the adjacent line of OPGW fiber spare core to form temporary circuitous channel, the paper proposed a rational reconfiguration for two 220 kV line protection without fiber channel. The optical fiber current differential protection and the carrier channel high frequency protection were applied as the configuration scheme. After technical improvement, two sets of optical fiber current differential protection were used, which may realize the best configuration of 220 kV double line protection.

Key words: single power ring network; fiber channel; line protection; technical improvement; configuration scheme

广 告 索 引

盐城供电公司	封面	《江苏电机工程》协办单位	前插 4
江苏南瑞帕威尔电气有限公司	封二	扬州浩晨电力设计有限公司	(黑白) 文前 1
国电南瑞科技股份有限公司	前插 1	江苏常熟发电有限公司	封三
《江苏电机工程》协办单位	前插 2,3	远东电缆有限公司	封底

下 期 要 目

- 已建线路架空地线短路热稳容量校核计算

• 通信电源监控系统在电力通信中的应用

• 江苏电网电能质量评估方法及应用

• 基于 RTDS 太阳能电池建模及最大功率点跟踪控制

• 电磁超声技术在变电站 GIS 管道裂纹检测中的应用研究
- 导波技术在输电线路无损监测中的应用

• 基于双线圈继电器压变二次操作方案研究

• 基于 ARM 的输电线路状态监测数据传输终端

• EMS网络模型与外网整合实现全网潮流计算的实用方法

• 电气化铁路牵引变压器选择的研究