

# 500 kV 线路保护改造分析

朱丽娟, 吴宗熙, 王其林

(广东电网公司深圳供电局, 广东 深圳 518020)

**摘要:** 近期深圳地区 500 kV 鲲鹏变电站 500 kV 线路完成了保护改造, 将根据 500kV 岭鲲甲线保护改造的实际情况, 对 500 kV 线路保护的配置以及 500 kV 线路保护光纤通道的配合进行分析, 并且对几种远跳方式进行了比较。改造后, 线路跨线故障时保护能正确选相, 保护信号通过光纤通道能更可靠快速地传输, 为 500 kV 线路更加安全稳定运行提供保障。

**关键词:** 500kV 线路保护; 跨线故障; 光纤通道; 远跳

## Analysis about protection transformation of 500kV power line

ZHU Li-juan, WU Zong-xi, WANG Qi-lin

(Shenzhen Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Corporation, Shenzhen 518020,China)

**Abstract:** Kunpeng 500kV substation in Shenzhen has completed protection transformation of 500kV line recently, according to the actual situation of 500kV Ling-Kun Line A, this paper analyses about the protection configuration of 500kV line and cooperation of optic fiber channel, and compares several ways of remote trip. After transformation, line protection can select phase correctly when cross country fault occurs, the transmission of protection signals can be more reliable and rapid in optic fiber channel, to provide more safe and stable operation for 500kV power line.

**Key words:** protection of 500kV power line; cross country fault; optic fiber channel; remote trip

中图分类号: TM77 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2008)21-0080-03

## 0 引言

此次鲲鹏变电站 500 kV 岭鲲甲乙线和鲲东甲乙线的线路保护改造, 主要是主保护由高频方向、高频距离更换为电流光纤差动和光纤距离, 以及相应的保护信号通道和通信接口装置的更换。改造前鲲鹏变电站 500 kV 高压线路上的继电保护信号的传输是采用高频载波通道+光纤通道的方式, 改造后采用双光纤通道。本文将岭鲲甲线为例, 对 500 kV 线路保护的改造做相关分析。

## 1 主保护的配置

500 kV 线路保护采用双主双后的配置, 岭鲲甲乙线是联接岭澳核电站和 500 kV 鲲鹏变电站的高压输电线路, 总长度 36.54 km。岭鲲甲线(鲲鹏侧), 线路保护改造前后的保护配置如表 1、表 2 所示。

### 1.1 关于双回线路跨线故障

同杆双回线广泛存在对于线路保护的配置提出了相应的要求, 除了要考虑比较常见的功率倒向、零序互感等问题外, 最主要是要解决跨线故障、线路末端故障时保护的选相问题, 而跨线故障大多见

于同杆并架双回线接地或不接地的相间短路故障。

表 1 A 屏保护配置

Tab.1 Protection configuration of panel A

线路保护 A 屏	改造前	改造后
主保护	高频方向 RCS-901D	光纤差动 RCS-931DMM
后备保护	RCS-902D	RCS-902D (保留)
远跳就地判据	RCS-925A	RCS-925A (保留)

表 2 B 屏保护配置

Tab.2 Protection configuration of panel B

线路保护 B 屏	改造前	改造后
主保护	高频距离 RCS-902DK	光纤距离 RCS-902CDFZ
远跳就地判据	RCS-925A	RCS-925A (保留)

原 500 kV 线路主保护高频方向 RCS-901D 和高频距离 RCS-902DK, 其保护原理决定其在发生双回线跨线故障时故障选相的缺陷。若发生两回线异名相跨线接地故障, 近故障处的保护可以正确选相, 远离故障处的保护会判断为相间接地故障, 线路三跳将故障切除。若发生不接地跨线相间故障, 系统

无零序分量,但每回线上存在很大的零序电流,母线上会产生不平衡零序电压,都将影响保护的正确动作<sup>[1,2]</sup>,保护装置有可能误跳三相或拒动。

鉴于 500 kV 线路的重要性,为保证线路运行的安全性,有必要装设具有分相判别原理的电流差动保护和分相纵联距离保护,不仅可以解决双回线路跨线故障的正确选相问题并且能做到在故障时快速跳闸,这是本次线路保护改造的原因之一。

## 1.2 主保护的特点

保护改造后,两套主保护基于分相判别原理且兼有完整的后备保护,能很好地满足 500 kV 线路保护的需求。主 1 保护采用 RCS-931DMM 光纤电流差动保护,包括分相电流差动和零序电流差动为主体的快速主保护<sup>[3]</sup>。电流差动保护原理简单,在电力系统的主变、线路和母线上大量使用,其灵敏度高、动作可靠快速、能适应电力系统震荡等优点是其他保护形式所无法比拟的。主 2 保护 RCS-902CDFZ 设有分相命令,纵联保护按相比较,双通道<sup>[4]</sup>。光纤纵联保护不受复合电流的影响,不受线路分布电容的影响,能够灵敏和快速地反应各种对称和不对称故障,有其自身的优势。

## 2 光纤通道的配置

光纤通信凭借其技术的先进性、经济适用性及可靠稳定性,逐渐替代电力线载波等其他通信技术,成为电力通信网络建设的首选。按照有关技术规范要求 220 kV 及以上电压等级保护信号在通道中的传输时间不得大于 10 ms,主保护信号的传输时延不大于 5 ms,选择具有网络自愈功能的光纤通道作为保护信号的传输通道,可以节省通信资源以及提高主保护运行的可靠性,主要有专用光纤和复用光纤<sup>[5,6]</sup>两种光纤通道。

(1) 专用光纤通道:在线路传输距离较短和资源允许的情况下,专用光纤通道是首选方式。这种光纤通道直接由二芯光纤和保护装置接口组成,传输环节较少、操作简单维护方便、可靠性较高,但专用光芯的利用率较低,而且一旦光缆受损,将影响继电保护信号传输。

(2) 复用光纤通道:该方式传送保护信号时,将保护信号直接调制在发光二极管或半导体激光器的输出回路中,发至本站的通信接口柜,然后通过柜上的 2M 接口转接至通信光端机中,经光纤通信网传输,再发送至对端。利用复用光纤通道传送保护信号时,这种方式的光纤芯利用率大大提高。如果两变电站间光纤中断,SDH 可自动为保护装置提供迂回通道,增强了光纤通信的可靠性。

岭赜甲线的主保护实现了双通道配置,各通道之间相互独立、抗干扰性强、提高了保护信号传输的可靠性,根据线路的传输距离和保护装置的特点:RCS-931DMM 的通道采用专用光纤+复用光纤,任一通道故障时差动保护不退出;RCS-902CDFZ 采用复用光纤(经 FOX-41A)+复用光纤(经 MUX-2M),如图 1 所示。

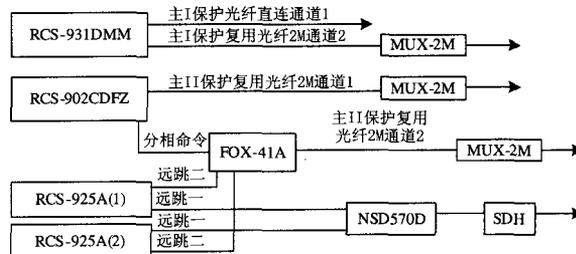


图 1 保护的通道配置图

Fig.1 Configuration diagram of optic fiber channel

目前,光纤通道在深圳地区 110 kV 及以上电压等级的电网中广泛得到应用,尤其是大量光纤差动保护投入运行,对通道的要求很高,两侧保护配合要求严格,通道一旦有问题,保护将会出现拒动。继保人员不仅要重视光纤通道原理的学习,在日常的工作中加强与通信班组合作、做好光纤通道的定期维护,以保证光纤通信系统能够安全、可靠地传送保护信息。

## 3 远跳方式的比较

500 kV 系统主要考虑因断路器操作机构拒动或因断路器拉弧等原因引起的断路器失灵,或故障点位于电流互感器和断路器间保护死区内等情况下启动远方跳闸保护。本文这里要比较的几种远跳方式是:RCS-925A 过压启动远跳、RCS-921A 断路器失灵启动远跳、RCS-931DMM 远跳。

### 3.1 RCS-925A 过压启动远跳

当线路本侧出现线路过电压或断路器失灵等故障均可通过远方保护系统发远跳信号。由对侧保护根据收信逻辑和相应的就地判据出口跳闸。为保证可靠跳闸,RCS-925A 采用双重化方式,在有一通道故障情况下仍可可靠跳闸,如图 1 所显示 RCS-925A 的通道配置。当对侧远方跳闸保护收到本侧远跳信号时,再根据就地判据判断是否应出口跳闸:根据整定定值,本侧过电压时间约 800 ms 发信,远跳令经本侧光纤接口装置、光纤通道、至对侧光纤接口装置,然后经就地二取一动作时间 200 ms 出口跳闸,整个远跳时间约为 1 s。

### 3.2 RCS-921A 断路器失灵启动远跳

RCS-921A 是断路器失灵保护，岭鲲甲线（鲲鹏侧）对应的边开关和中开关 5032、5033（图 2）的失灵启动远跳的回路是通过借助远跳保护装置 RCS-925A 的通道实现的，断路器失灵提供 4 个远跳触点分别与 RCS-925A 的远跳触点并联，通过 Fox-41A（图 3）和 NSD570 接口装置（原理同图 3）经光纤通道发信给对侧。根据整定值，断路器失灵经过约 200 ms（跳相邻开关）发信，光纤传输至对侧经就地二取一动作时间 200 ms 出口跳闸，整个远跳时间约为 0.5 s。

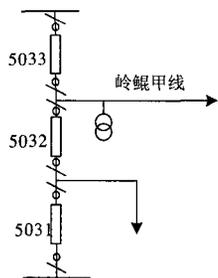


图 2 岭鲲甲线（鲲鹏侧）接线图

Fig.2 Primary wiring diagram of 500kV Ling-Kun Line A

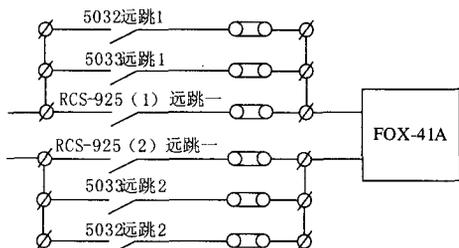


图 3 本侧断路器失灵启动远跳

Fig.3 Breaker failure protection start up remote trip

### 3.3 RCS-931DMM 的远跳

装置提供两个远跳开入，如果本侧断路器失灵启动远跳回路直接接入 RCS-931DMM 的远跳开入，将通过主保护的光纤通道发信给对侧的主保护，收到远跳信号并且对侧“远跳受本侧控制”启动后，三相跳闸并闭锁重合闸。从本侧断路器失灵经 200 ms（跳相邻开关）发信到对侧跳闸，时间约为 0.2 s，这种远跳方式时间会较短。但是考虑到断路器失灵跳同侧相邻开关时，若采取本远跳方式跳对侧开关会造成时间上的不同步，所以改造后不采用本远跳方式。

## 4 结论

基于分相式原理的主保护有效解决了同杆双回

线的跨线故障选相问题，光纤通道的合理配置极大地提高了保护信号传输的可靠性，保护的远跳回路也相应地增加了不同通道对应的保护压板。此次线路保护改造将为鲲鹏变电站 500kV 线路更加安全稳定运行提供保障。

### 参考文献

- [1] 孟恒信,朱良肆,张涛.双回线路跨线故障及保护动作行为分析[J].电力系统自动化,2006,30(18):103-107.  
MENG Heng-xin, ZHU Liang-yi, ZHANG Tao, et al. Analysis of Overhead Line Fault and Protection of Double-circuit Transmission Lines[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(18) : 103-107.
- [2] 朱晓彤,郑玉平,张俊洪,等.同杆并架双回跨线不接地故障的距离保护[J].电力系统自动化,2003,27(19):61-64,68.  
ZHU Xiao-tong, ZHENG Yu-ping, ZHANG Jun-hong, et al. Distance Protection of Double Circuit Line on the Same Pole when Phase to Phase Fault Occurs[J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(19):61-64, 68.
- [3] RCS-931DSMM 型超高压线路成套保护装置技术和使用说明书[Z].南京南瑞继保电气有限公司,2007.
- [4] RCS-902A(B/C/D)F(FF/FZ)型超高压线路成套保护装置技术和使用说明书[Z].南京南瑞继保电气有限公司,2007.
- [5] 林建华.继电保护信号在光纤通信网中的传输[J].电力系统通信,2006,27(160):1-4,7.  
LIN Jian-hua. Transmission of Relay Protection Signal in the Optical Fiber Communication Network[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2003, 27(19):61-61,68.
- [6] 游春.利用光纤通道传输保护信号的相关分析[J].电力系统通信,2007,28(173):46-49.  
YOU Chun. Analysis of Transmitting Protection Signal by Optical Fiber Channel[J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28(173):46-49.

收稿日期: 2008-08-15; 修回日期: 2008-08-28

作者简介:

朱丽娟 (1981-), 女, 助理工程师, 从事电力系统继电保护方面的工作; E-mail: a\_zhu2005@yahoo.com.cn

吴宗熙 (1972-), 男, 技师, 从事电力系统继电保护方面的工作;

王其林 (1978-), 男, 工程师, 从事电力系统继电保护方面的工作。