

## 10 kV 电缆网馈线自动化的关键技术问题的探讨

张系中, 罗少威, 戴南洲

(广州海珠供电局, 广东 广州 510235)

**摘要:** 结合广州海珠供电局电缆网馈线自动化工程实例, 介绍了城市配电网环式供电网络的结构和动作机理, 从工程实践方面证明在架空配电线路应用非常成功的电压-时间型分布智能模式设备在电缆网应用的可行性, 讨论了电缆网馈线自动化两个关键技术问题, 提出了作者的个人见解和观点, 这些观点对电缆网馈线自动化的实施应有所启发和促进。

**关键词:** 智能分布模式; 重合闸; 电缆网馈线自动化

## Discussion on key technical issues of 10 kV power cable feeder network automation

ZHANG Xi-zhong, LUO Shao-wei, DAI Nan-zhou

(Haizhu Branch, Guangzhou Power Supply Bureau, Guangzhou 510235, China)

**Abstract:** Based on the actual cable feeder network automation projects in Haizhu power distribution system, the configuration and mechanism of urban ring structure power distribution network are introduced. The two key issues on cable feeder network automation are discussed. The presented viewpoints can promote the implementation of cable feeder network automation.

**Key words:** intelligent distributed modes; reclosure; power cable feeder network automation

中图分类号: TM76

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)08-0074-02

## 0 引言

以日本东芝公司生产的 VSP5 开关为基础而构成的电压-时间型分段器是一种应用比较普遍的馈线自动化模式中的核心设备。正是馈线自动化在 10 kV 配网中的广泛应用, 有力地缓解了供电方与用户的供求矛盾, 提高了供电可靠性和电能质量。我公司 10kV 架空线馈线自动化建设已经初具规模, 在施工和运行维护方面也取得了一些经验。在吸取了架空线馈线自动化成熟经验的基础上, 我们深入研究了分析了电缆网馈线自动化建设的主要技术问题, 2004 年又在海珠江南 10 kV 电缆网内成功实施了馈线自动化。本文结合广州海珠电缆网馈线自动化的工程实例, 探讨了馈线自动化实施和推广应用过程中的两个关键技术问题。

## 1 配电网环式供电网络结构和自动化动作机理

广州海珠江南 F8, F20 电缆网馈线自动化采用了智能型的开关设备, 构成了断路器+电压-时间型分段器的故障处理模式, 其供电网络图如图 1 所示。

在江南 F8、F20 组成的手拉手环网中, 把江南大道中东街#15 综合房和航海设备厂开关房内的进

线柜改造为智能环网柜, 把广医二院开关房、小港新村开关房、细岗开关房、细岗东四街开关房的进线柜改为智能环网柜加 PT 柜的组合形式, 开关房内的其他高压柜全为手动柜, 并将细岗东四街开关房进线智能型环网柜设置为联络点, 其余开关房均设置为分段点, 这样就构成了简单清晰的智能分布环式供电方式。变电站与开关房以及开关房与开关房之间的线路全部是聚乙烯交联电缆, 江南 F8、F20 的出线开关是 ABB 厦门公司生产的真空开关, 继电保护是南瑞深圳所生产的 ISA-200 型保护装置。

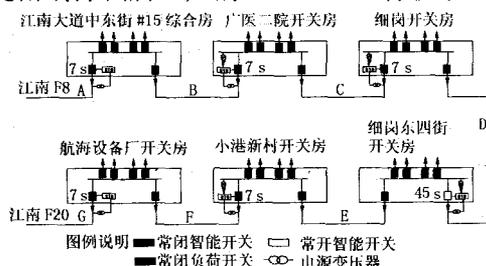


图 1 江南 F8、F20 电缆网馈线自动化结构图

Fig.1 Configuration of Jiangnan F8 and F20 power cable feeder automation system

江南 F8、F20 电缆环网自动化的动作原理是: 当线路出现故障时, 江南站出线断路器分闸, 分段

器因失压而跳闸,站出线断路器延时 5 s 后重合(第一次重合闸),分段器依次按时限顺序延时 7 s 后合闸,若再次合闸到故障区段,站出线断路器再次分闸,最靠近故障区段的电源侧分段器因为在合闸后 Y 时间(5 s)内又检测到失压而跳闸并闭锁,故障区段的另一侧分段器因感受到故障残压而闭锁,所以实现了故障隔离。站出线断路器延时 60 s 后再次合闸(第二次重合闸),恢复非故障段的供电。起联络作用的分段器因一侧失压而启动,延时 XL 时间(45 s)后合闸,恢复另一侧非故障段的供电。

电缆环网自动化实现了配电网重构,自动隔离了故障点,恢复非故障段的供电,缩短了客户停电时间和停电范围,并且可以利用第一次重合与第二次跳闸之间的时间来判断故障区间。

在广州海珠电缆网自动化的实施过程中,遇到了两个关键的技术问题:1)二次重合闸的整定值能否满足变电站出线断路器的电器绝缘特性恢复及机械特性试验参数的要求。2)电缆网中的电缆线路和变压器能否承受重合闸的两次冲击。

## 2 结合配网实际对两个关键技术问题的讨论

### 2.1 二次重合闸时间整定

按国标 DL/T 402-1999 的标准,断路器的电器绝缘恢复特性及机械特性试验(分-0.3s-合分-180s-合分)中明确规定了,断路器灭弧介质的性能恢复以及机构性能恢复时间总计为 180 s,而在实际运行中,二次重合闸的整定时间是 60 s,二者有出入,经过分析后认为,二次重合闸的整定时间为 60 s 是合理的也是可行的,理由如下:

1)对于配网自动化的二次重合闸的整定,目前还没有统一的标准和规定。文献[1]中规定“中压线路的主干线和较大的支线要装设分段开关,线路分段一般为 3 段”。因装设分段器的数量少,有压合闸的时延就短,所以二次重合闸的整定时间也不需要太长。二次重合闸的整定时间太长,也不利于缩短停电时间迅速恢复送电的宗旨。

2)断路器的操作顺序试验(分-0.3s-合分-180s-合分)的顺序与电缆网馈线自动化二次重合闸的动作顺序不相同,二次重合闸的动作顺序至少没有了第三次分闸过程。电缆网馈线自动化的第二次重合闸实际上是正常的送电过程,而不是重合到故障上的过程。

3)断路器的操作顺序试验(分-0.3s-合分-180s-合分)的标准是按照最严酷的条件制定的(如在出口短路等),而电缆网馈线自动化严格要求站出

线断路器在出口短路的情况下闭锁二次重合闸,不会二次重合于故障,因此标准中要求 180 s 后允许第二次合闸不能成为电缆网自动化二次重合闸时间整定的必要条件。

### 2.2 关于重合闸对电缆线路和变压器的冲击

电缆线路是城市配电网中的重要组成部分,而且随着城市的快速发展,电缆线路所占的比重也越来越大。依据城市规划,繁华地区、大中型住宅区和市容环境有特殊要求的地区;街道狭窄,架空线路走廊难以解决的地区;供电可靠性要求较高或负荷较大的用户及电网结构需要时可以采用电缆线路。

由于早期电缆(油纸电缆等)在材料、构造、技术性能等方面的不足,一般运行要求电缆线路不投入重合闸,这种限制符合当时设备技术条件和运行规律,但目前我国电力电缆更新换代,聚乙烯交联电缆等的出现,其机械强度、绝缘水平、耐热水平和抗老化能力都有根本性的改进和提高。结合电缆线路和变压器的运行实践,10 kV 电缆线路采用重合闸是合理并可行的。理由如下:

1)交联电缆发生故障跳闸后,故障点绝缘水平的恢复比较快,已经有多项电缆线芯三相烧断仍重合成功的记录。

2)交联电缆发生的故障多为高阻故障,难以寻找故障段,利用重合闸可以将高阻故障转为低阻故障,大大缩短寻找故障段的时间。在实际操作中,找不出故障段仍然采取强送一次的方法。

3)电缆网故障率低,故障大多数发生在开关房。在实际工作中,很多配电设备的故障多为瞬时故障,如小动物事故等,如能投入重合闸将大大提高供电可靠性。而对电缆和架空线的混合线路,投入重合闸意义更加明显。另外,电缆网馈线自动化的第二次重合闸实际上是正常的送电过程,而不是重合到故障上的过程。

4)我们知道,10 kV 架空线广泛采用重合闸,这充分说明了变压器设计水平完全能够承受馈线近区短路电流的两次冲击。

这充分说明,10 kV 电缆线路采用重合闸不会对电缆本体和变压器产生危害,也符合生产运行实际要求,是电缆网馈线自动化顺利实施和发挥重要作用的基本前提和保证。

## 3 结论

综上所述,在电缆网采用与架空线一致的自动化模式是可行的。二次重合闸的整定时间为 60 s

(下转第 79 页 continued on page 79)

基本特征。应该改变长期以来,阻抗继电器与距离继电器表示同一类事物的传统习惯。

### 参考文献

- [1] 李晓明,梁军,张沛云.阻抗继电器与距离继电器的特点[J].继电器,2001,29(6):20-23.  
LI Xiao-ming, LIANG Jun, ZHANG Pei-yun. The Characteristic of Impedance Relay and Distance Relay [J]. Relay, 2001,29(6):20-23.
- [2] 李晓明.阻抗继电器与距离继电器分类的补充说明[J].继电器,2003,31(2):51-53.  
LI Xiao-ming. The Complement About the Classification of Impedance Relay and Distance Relay [J]. Relay,2003, 31(2): 51-53.
- [3] 李晓明.现代高压电网继电保护原理[M].北京:中国电力出版社,2005.55-108.  
LI Xiao-ming. Theory of Relay Protection in Modern HV Power System[M]. Beijing : China Electric Power Press, 2005.55-108.
- [4] 贺家李,宋从矩.电力系统继电保护原理(第三版)[M].北京:中国电力出版社,1994.65-68.  
HE Jia-li , SONG Cong-ju. Principles of Relay Protection in Power System[M]. Beijing: China Electric Power Press,1994.65-68.
- [5] 张志竟,黄玉铮.电力系统继电保护原理与运行分析[M].北京:中国电力出版社,1995.160-161.  
ZHANG Zhi-jing, HUANG Yu-zheng. Principles of Relay Protection in Power System and Analysis of

Operation[M]. Beijing :China Electric Power Press, 1995.160-161.

- [6] 朱声石.高压电网继电保护原理与技术(第二版)[M].北京:中国电力出版社,1995.  
ZHU Sheng-shi . Principles and Technology of Relay Protection in HV Power System[M]. Beijing:China Electric Power Press, 1995.
- [7] 王梅义.电网继电保护应用[M].北京:中国电力出版社,1999.171-268.  
WANG Mei-yi. Application of Relay Protection in Power System[M]. Beijing:China Electric Power Press,1999. 171-268.
- [8] 李晓明.Ⅲ段距离保护作为后备保护的性能分析[J].继电器,2005,33(15):9-12.  
LI Xiao-ming. Performance Analysis of Section Distance Relay as the Backup Protection[J]. Relay, 2005, 33 (15): 9-12.

收稿日期:2006-10-22

作者简介:

李晓明(1956-),男,副教授,从事电力系统自动化、电力系统继电保护、电力系统安全自动装置的研究;E-mail:lixm@sdu.edu.cn

刘耀辉(1976-),男,本科,工程师,主要从事电力系统继电保护方面的研究工作;

曹艳(1981-),女,硕士研究生,从事电力系统继电保护方面的研究。

(上接第75页 continued from page 75)

是合理的也是可行的。带有重合闸功能的电缆网馈线自动化可以灵活规划成环网布置、开环运行方式,利用环网自动重构功能,可以进一步提高供电可靠性。目前,电缆网馈线自动化在国内外都有成功应用,我国北京、上海、乌鲁木齐、广州、南京、珠海等地都已开展电缆网馈线自动化试点和建设。我们相信,随着电缆网馈线自动化的不断发展,其突出优势一定会进一步得到展现。

### 参考文献

- [1] DL/T 599-1996,城市中低压配电网改造技术导则[M].北京:中国电力出版社,1996.  
DL/T 599-1996,Technical Guide for Enhancement of Urban Medium and Low Voltage Distribution Networks[M]. Beijing:China Electric Power Press, 1996.
- [2] DL/T 402-1999,交流高压断路器订货技术条件[S].  
DL/T 402-1999,High-voltage Alternating Current Circuit-breakers[S].

[3] 汪童志.重合器在城网中的应用分析[J].电力自动化设备,2001,21(11).

WANG Tong-zhi. Analysis on Reclosure Application in Urban Power Supply System[J]. Electric Power Automation Equipment,2001,21(11).

[4] 孙福杰,王刚军,等.配电网馈线自动化故障处理模式的比较及优化[J].继电器,2001,29(8).

SUN Fu-jie, WANG Gang-jun, et al.Comparison and Optimization of Fault Disposing Mode of Distribution Feeder Automation System[J].Relay, 2001,29(8).

收稿日期:2006-03-01; 修回日期:2006-11-28

作者简介:

张系中(1964-),男,工程师,从事配网自动化现场运行管理工作;E-mail:zhangxz@gzpsc.com

罗少威(1970-),男,工程师,从事供电生产运行和技术管理工作;

戴南洲(1954-),男,高级工程师,从事供电生产运行和技术管理工作。