

# 电压型馈线自动化设备的应用与实践

韩晓春<sup>1</sup>, 杨富营<sup>2</sup>

(1. 广东广电集团公司发展规划部, 广东 广州 510600; 2 许昌职业技术学院, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 简要介绍了广州供电分公司实施馈线自动化系统的实践历程, 阐述了电压型馈线自动化设备及系统的基本设计思路, 并就其在实际应用中所遇到的一些技术问题和解决方法进行了探讨和分析。

**关键词:** 配电自动化; 电压型; PVS; 重合闸

**中图分类号:** TM76      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1003-4897(2005)11-0071-03

## 0 引言

广州供电分公司于 1996 年在 110 kV 人和变电站 F4 开始馈线自动化试点, 当时采用了某高压开关厂生产的 SF<sub>6</sub> 自动重合器和分段器, 属典型的电流型 (欧美式) 馈线自动化系统。由于重合器不具备单相接地故障动作功能, 设备质量欠稳定, 蓄电池需要每半年予以维护, 试点效果并不理想。1999 年, 引进日本东芝公司电压型馈线自动化设备并在 110 kV 江村变电站 F6 试点安装<sup>[1]</sup>。

所谓电压型馈线自动化, 其原理实现的主要判据是线路上的电压, 而不像电流型故障处理方式, 与线路是否通过电流无关, 通过馈线自动化开关设备与变电站 10 kV 出线断路器重合闸功能的配合, 能有效地自动判断故障区段、隔离故障区段, 自动恢复非故障段线路供电。

广州供电分公司在 10 kV 架空线路上采用电压型馈线自动化设备后, 由于不再需要线路运行人员逐段排查、隔离故障, 极大减轻了一线运行人员的劳动强度和工作量。在雷暴等恶劣气候条件下, 或是长距离农网线路上发生故障时, 其应用效果尤为明显。此外, 采用东芝技术的自动化设备的高可靠性、不需要蓄电池维护、甚至可以取消通信线路和后台

系统等种种特点, 使得在 10 kV 架空线路上可以经济、轻而易举地实现配电自动化的基本功能, 为其广泛应用奠定了基础。从 1999 年至今, 广州供电分公司安装电压型配电自动化设备已经超过 400 套, 愈 100 条 10 kV 线路, 效益显著。

在几年的挂网运行中, 由于电压型配电自动化设备的动作机理完全不同于人们较易接受的电流型馈线自动化设备, 柱上开关“有压关合、无压释放”的独特设计思路并未得到一些技术人员透彻的理解和认识, 在应用中心存顾虑。本文在阐述其动作原理的基础上, 针对在实际推广应用中所遇到的一些技术问题, 逐一进行探讨和分析。

## 1 电压型馈线自动化设备的应用原理

电压型馈线自动化设备由真空自动配电开关 (PVS)、带故障诊断的控制单元 (FDR 或 RTU) 和电源变压器 (SPS) 3 大部分组成。所谓“电压型”实质指设备是基于电压、时间配合的原理进行工作, 其正常工作和对事故的判断处理均是以电压为基本判据。通过每一区段投入的延时逐级送电来判断故障区间。在此, 我们以一环网结构的线路为例, 简单介绍其基本工作原理:

## Design and application of relay protection main board s automatic test system

YU Chao-hui, ZHANG Ying-hong, ZHANG Feng, ZHU Rui-ping  
(XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** To test DSP-800 hardware main board, a new method is introduced by which all kinds of problems occurring during the producing process can be checked out precisely and rapidly. The design of the system's hardware and software are presented in detail as well. The system's actual application state is put forward in the end.

**Key words:** microprocessor-based relay protection equipment; main board; serial communication; closed loop test; automatic test

1) 图 1 所示为目前馈线自动化应用较为典型的手拉手环网供电线路正常运行状态,利用 PVS 开关将线路划分为几个区段,其中 CB1、CB2 为站内断路器,B、C、D、F、G 为常闭 PVS,E 为常开 PVS。

2) 假设在图中 c 区发生了故障,变电站保护将会因检测到故障电流而开断出线断路器,随后各级杆上开关失压分断。

3) 经过延时,站内出线断路器一次重合闸。

4) 柱上开关按设定的延时时间逐一关合。

5) 如果该次故障属于瞬时故障,那么当开关 C 关合后,此时故障应已消失,因此在开关 D 关合后,线路将恢复图 1(a)中的正常运行状态。

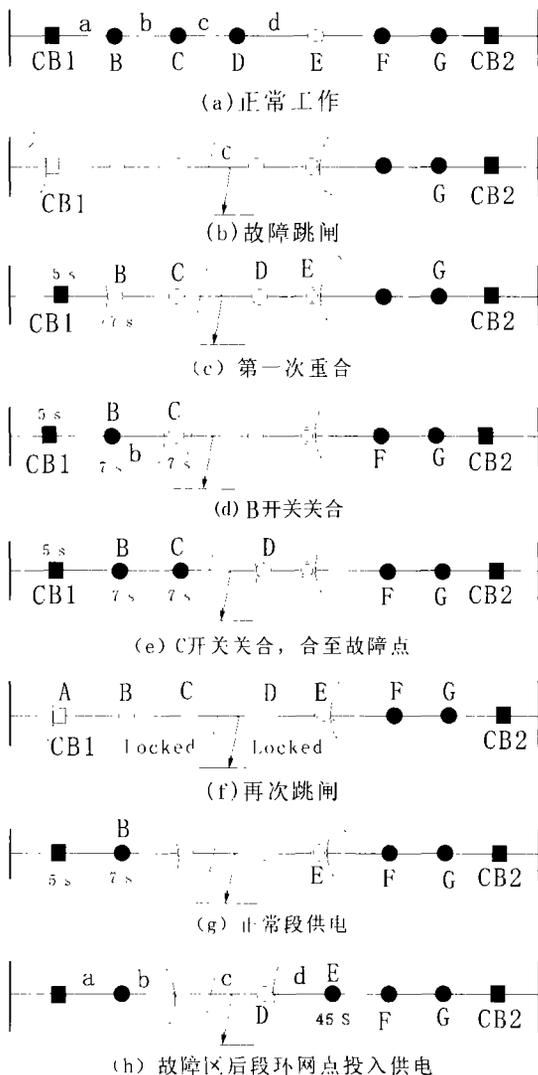


图 1 电压型馈线自动化设备的动作原理图

Fig 1 Operation principle of voltage-type feeder automation equipment

6) 但是假如该次故障为永久性故障,那么当开

关 C 关合后,由于故障并未消失,断路器将再次掉闸,即相当于重合失败;与此同时,c 区间的前后两级开关 C、D 因感受到故障电压而产生闭锁,从而隔离了故障段。

7) 按常规的操作规程,此时不应再关合变电站出线断路器,而应在查出线路故障后再由调度下令送电。但由于配电自动化设备已隔离了故障段,所以可通过再次重合,对故障段的前端线路恢复供电。

8) 环网点的联络开关在感觉到一侧失去电压后,将经过预置的延时后自动投入,使故障段后面的区域恢复供电。

## 2 柱上开关“有压关合、无压释放”的动作机理

依赖于通信手段的配电自动化系统,当发生故障时线路上的开关并不立即动作,而是由后台系统判断故障区段后,再发指令给相应的分段开关“分闸”隔离故障区段。这种“分闸”操作是在线路无电的状态下进行的,必须要配备额外的蓄电池组提供操作电源,由此就带来蓄电池检修和维护的问题。不难看出,通信和操作电源是这类系统能否顺利运作的的关键所在。

电压型馈线自动化系统“反其道而行之”,提出了“有压关合、无压释放”的设计思路。线路故障失压时分段开关自动分闸,在下一次线路带电之前开关不再动作,只有线路充电,柱上开关感受到电压后才会合闸,这样就无需蓄电池给开关提供操作电源。此外,与柱上开关配套的 FDR (RTU),巧妙利用内设的 X、Y 时间继电器,能够判断故障区段并闭锁该区段两侧开关,使其具备了智能化就地隔离故障的功能<sup>[2]</sup>。因此,在配电自动化实施的初级阶段,对于不太复杂的配电网络,若单纯实现故障自动判断、隔离故障,恢复非故障段供电——配网自动化的这一基本功能,采用电压型馈线自动化设备即可高可靠性地实现。

## 3 二次重合闸改造

原有 10 kV 架空馈线保护为一次重合闸,为配合自动化设备的应用,将有关馈线保护作如下更动:

1) 一次重合闸时间由 1 s 延长至 5 s。采用东芝公司技术的 PVS,具有失压分闸后 3.5 s 内来电,不需延时立即关合的特性。在没有通信线路的条件下,若想获知故障发生的区段,应避免所有开关来电后同时关合,故将重合闸时间整定为大于 3.5 s。

2) 制订馈线二次重合闸保护的技术条件,联系保护厂家按此修改微机保护芯片,增加馈线保护的二次重合闸、出口故障时的锁扣等功能。二次重合闸设定时间要大于线路上全部分段开关的延时关合时间之和,实际应用中有些馈线安装了 7~8 台 PVS,为此我们将二次重合闸时间统一整定为 60 s。

一般来说,我们会优先在有微机保护的馈线上安装自动化设备。对于尚采用常规保护、而又急需实施自动化的 10 kV 馈线,由于数量不多,暂由人员手动进行第二次重合。

#### 4 防止向变电站意外反送电

在变电站 10 kV 出线柜计划检修、试验等情况下,运行人员首先分闸站内出线断路器。如果被拉闸线路与其它带电线路环网联络,具有自动化功能的联络开关感受到一侧失压后,经过一段时间的延时(我们整定为 180 s),就会自动关合送电到停电线路,并最终反送电至变电站 10 kV 出线柜,由此带来事故隐患。

一个解决方法是在变电站出线断路器分闸之前,调度要通知运行人员首先分断出线后的第一台 PVS,并将其 HDR(RTU)由自动转为手动状态。实际应用中,我们采取了更为稳妥的处理方法,即彻底解除出线后第一台 PVS 配套的电源变压器与负荷侧线路的接线。方法如图 2 所示。

对有可能直接送电到变电站的 PVS(图 2 中 a 和 e),均解除 SPS 与负荷侧线路的一次接线。这样当线路反送电至该 PVS 时,HDR(RTU)无法感知到其负荷侧带电并获取操作电源,自然无法做到延时关合,从而避免了进一步向变电站反送电。由于 SPS 与电源侧线路的一次接线依然保留,这种做法既不会影响 PVS 当电源侧来电时的延时关合,也不会影响到 HDR(RTU)对负荷侧事故的锁定。

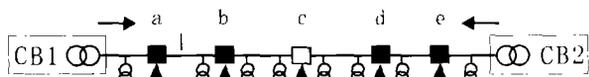


图 2 防止向变电站意外反送电示意图

Fig 2 Preventing from supplying counter current to transformer substation accidentally

#### 5 如何判断线路故障区段

在安装自动化设备的 100 多条馈线中,均未同

时架设通信线路,并构建相应的后台系统。虽然设备能够自动地隔离故障区段、恢复非故障段供电,但在没有 RTU 通信的情况下,如何让检修人员尽快获知故障区段,也是一个必须解决的问题。

利用线路上每一个 PVS 依次延时关合的特性,我们采取了简单易行的处理办法。当线路发生永久故障,变电站出线断路器第一次重合闸后,各个 PVS 依次按顺序延时关合。当关合至故障点时,出线断路器再次跳闸。可以发现,一次重合闸后到再次跳闸的时间间隔,与线路的各个区段是一一对应的。故障区段距离变电站的电气距离越远,一次重合闸后到再次跳闸的时间间隔就越长。根据这一特性,我们为每一条馈线都绘制了“一次重合闸后再次跳闸的时间间隔与故障区段对照表”,配调值班人员据其可以很容易地判断出故障区段,并告知检修人员。

#### 6 关于单相接地问题

PVS 属柱上负荷开关,不能开断任何短路电流,包括相间短路和单相接地短路。因此,单靠电压型配电自动化设备本身,是无法处理线路单相接地问题的。目前,很多变电站都采用了 10 kV 中性点经小电阻接地方式,无论线路相间短路、抑或单相接地,变电站出线断路器都会立即跳闸。这样,在第一次重合闸后,HDR(RTU)就可以将单相接地线路段两端的 PVS 闭锁,隔离故障区段。

#### 7 结论

配电自动化是一项涉及面广、耗资巨大、复杂而艰巨的系统工程。在目前各方面对配电自动化各个功能定位尚有较多争论的情况下,我们采取了暂缓建设通信线路和后台系统的策略。通过在 10 kV 架空线路上安装电压型配电自动化设备,同时很好解决了诸如二次重合闸、防止向变电站反送电、如何判断故障区段等技术问题,使得在架空配电网经济、轻而易举地实现配电自动化的基本功能——自动判断、隔离故障区段,自动恢复非故障段线路供电,这也是配电自动化的核心和魅力所在。随着推广应用的深入,在单环网单联络线路的基础上,尝试在“多分段、多联络”的线路上应用电压型配电自动化设备,其在配电网中的性能优势和经济效益也将进一步凸现。

(下转第 79 页 continued on page 79)

## 参考文献:

- [1] 崔家佩,等. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算 [M]. 北京:水利电力出版社, 1994.  
CUI Jiawei, et al Setting Calculation of Electrical Power System Relay Protection and Security Automatic Device [M]. Beijing: Hydraulic and Electrical Power Press, 1994.
- [2] LFP-965A、LFP-965B 备用电源自投装置技术说明书

[Z]. 南京:南京南瑞继保电气有限公司, 2002  
The Technical Instruction of Backup Power Switchover Unit for LFP-965A and LFP-965B [Z]. Nanjing: Nanjing NAR FRelays Electric Co., Ltd, 2002

收稿日期: 2004-09-15; 修回日期: 2004-10-17

## 作者简介:

李本瑜 (1975 - ),男,工程师,主要从事电力系统继电保护技术管理工作。E-mail: jkjdk@163.com

## Actual problems and its countermeasures of backup power switchover unit of LFP-965

LI Ben-yu

(Yunnan Electric Power Dispatching Center, Kunming 650011, China)

**Abstract:** According to the principle of backup power switchover unit of LFP-965, LFP-965 unit can not distinguish two buses without voltage synchronously when public busbar voltage transformer and line voltage transformer are employed at the same time. It limits the application scope of LFP-965 unit. This paper analyses the actual problems and puts forward two resolving schemes, that revises software and adds external switchover circuit. And software revising is a superior one.

**Key words:** backup power switchover unit; busbar voltage; line voltage transformer

(上接第 73 页 continued from page 73)

## 参考文献:

- [1] 广州电力工业局. 关于开展配网自动化实施工作的一些探讨 [A]. 全国配电网自动化高级论坛论文集. 2000.  
Guangzhou Power Industry Bureau Discussion on Implementing Distribution Automation [A]. National Distribution Automation Senior Forum Corpus 2000.
- [2] 海涛,陈勇. 电压型配电自动化设备及系统应用的基本问题 [A]. 全国配电网自动化高级论坛论文集. 2000.

HAI Tao, CHEN Yong Basic Problem about the application on Voltage-type Distribution Automation Equipment and System [A]. National Distribution Automation Senior Forum Corpus 2000.

收稿日期: 2005-01-10; 修回日期: 2005-04-28

## 作者简介:

韩晓春 (1971 - ),男,硕士,从事配网规划、配网自动化等方面的工作; E-mail: hxc1971@sina.com

杨富营 (1963 - ),男,本科,副教授,从事电气、电子等方面的教学工作。

## Application and practice of voltage-type feeder automation equipment

HAN Xiao-chun<sup>1</sup>, YANG Fu-chun<sup>2</sup>

(1. Developing and Planning Department, Guang-dian Group Co., Ltd, Guangzhou 510600, China;

2. Xuchang Vocational and Technical College, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** This paper introduces the feeder automation practice of Guangzhou Power Supply Branch. It puts forward the basic design idea of voltage-type feeder automation equipment and system. Some technical problems in practice and solving methods are discussed and analyzed.

**Key words:** distribution automation; voltage-type; PVS; reclosure