

一种智能型用户分界负荷开关 的作用原理和其在银川配电网中的应用

肖清明, 张建民, 冯跃龙, 龙生平

(银川供电局, 宁夏 银川 750001)

摘要: 介绍了一种应用于银川配电网的智能型用户分界负荷开关(IUBLS)的作用原理, 通过分析单相接地故障下的短路电流特征, 阐述了FFK的动作原理, 提出了IUBLS定值整定原则和实施方案和保护定值设置方案, 基本解决架空线路因用户设备故障造成其它用户停电事故的发生, 大大提高线路的供电可靠性。

关键词: 用户分界负荷开关; 动作原理; 实施

Operating principle of one intelligent user boundary load switch and its application in Yinchuan distribution network

XIAO Qing-ming, ZHANG Jian-min, FENG Yue-long, LONG Sheng-ping
(Yinchuan Power Supply Bureau, Yinchuan 750001, China)

Abstract: This paper introduces the operating principle of one intelligent user boundary load switch (IUBLS). By the analysis of short-circuit current about single-phase earth fault, it describes the action principles of IUBLS in detail and proposes the setting calculation principle, implementing scheme and set point of relay protection of IUBLS. The application of IUBLS can effectively curtail the influence of outage caused by facilitate fault and improve power supply reliability significantly.

Key words: user boundary load switch; principle of work; implementation

中图分类号: TM76 文献标识码: B 文章编号: 1674-3415(2009)06-0081-03

0 引言

目前银川供电局西夏分区配网线路主要是架空线路为主, 主干线路状况较好, 但T接专变用户及用户分支设备状况参差不齐, 用户设备、T接分支发生单相接地故障时, 故障点查找基本上是采取先拉主线路分段开关再拉分支开关的方法查找故障点, 这样就会造成用户多次停电, 影响很大; 同时当用户设备、T接分支发生相间短路故障时, 由于短路电流大配网线路距离短, 经常会发生用户或分支控制设备动作的同时线路主控制设备也动作。如果故障性质是永久性的, 出线开关重合不成功, 一个中压用户的事故障将使整条配电线路停电, 这样的波及事故对社会将造成恶劣影响。

由于西夏区供电区域较大, 运行人员在接到报修通知后, 值班人员赶到现场开始查找故障到恢复送电时间较长, 这样就势必会造成因一家用户或一个分支故障造成其它用户较长时间的停电。

为了更加有效地最大限度减小因某一个用户故

障造成非故障区段用户停电, 有效提高供电可靠性, 银川供电局采取在架空线路责任分界点处(或附近)装设分界负荷开关(FFK)模式, 经判断确认用户内部发生事故并造成变电站出线开关掉闸时, 分界负荷开关会在无压、无流状况下, 在变电站重合闸动作前自动掉闸, 将故障隔离, 确保对非故障用户恢复供电。

1 用户分界负荷开关的作用原理

10 kV 配网架空线路的中性点接地方式主要为: 不接地, 经消弧线圈接地。10 kV 配网的故障分为相间短路和单相接地短路。在不同的中性点接地方式下, 单相接地时的短路电流大小和继电保护的动作为是不同的。在中性点不接地或经消弧线圈接地方式下, 变电站出线开关的零序保护不作用于掉闸; 在中性点经低电阻接地的方式下, 零序保护作用于掉闸。

1.1 短路电流分析

相间短路下的短路电流特征, 大家都很清楚,

不再讲述。在此只分析单相接地故障下的短路电流。
单相接地故障下的短路电流特征和接地方式有关。

1.1.1 中性点不接地方式

可以通过安装在 FFK 装置中的零序 CT (ZCT) 检出零序电流, 根据该零序电流的大小来判断故障发生在负荷侧还是电源侧。

(a) 接地故障发生在负荷侧(图 1)

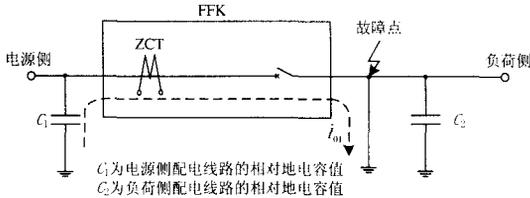


图 1 负荷侧接地故障
Fig.1 Earth fault on load side

ZCT 检出的零序电流为 I_{01} 。

$$I_{01} = 3\omega U_0 C_1 \quad A$$

$$U_0 = \frac{10}{\sqrt{3}} \times 10^3 \quad V$$

式中: U_0 为相电压, 单位为 V; C_1 为电源侧相对地电容值, 单位为 F; C_1 为电源侧线路中包含的架空线和电缆的相对地电容值的总和。

I_{01} 可由架空线和电缆的长度进行估算。架空线正常运行时的相电容电流约为 0.02 A/km; 交联聚乙烯电缆为 0.8~1 A/km, 油浸纸绝缘电缆为 1.2~1.5 A/km, 对电缆估算取值可取平均值 1 A/km。

$$I_{01} = 3 \times (0.02l_1 + 1 \times l_2)$$

式中: l_1 为电源侧配网所含的架空线总长度, km (配网所含范围为变电站 10 kV 所在母线的全部配线); l_2 为电源侧配网所含的电缆总长度, km。

这个电流应能使 FFK 的零序保护动作。

(b) 接地故障发生在电源侧(图 2)

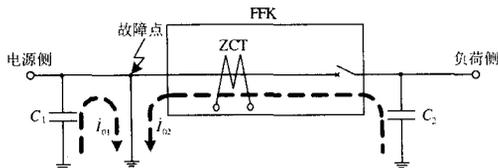


图 2 电源侧接地故障
Fig.2 Earth fault on generation side

ZCT 检出的零序电流为 I_{02} 。

$$I_{02} = 3\omega U_0 C_2 \quad A$$

C_2 为负荷侧相对地电容值, F; C_2 为负荷侧线路中包含的架空线和电缆的相对地电容的总和。

$$I_{02} = 3 \times (0.02l_1' + 1 \times l_2') \quad A$$

l_1' 为负荷侧线路所含的架空线总长度, km; l_2' 为负荷侧线路所含的电缆总长度, km

这个电流应不能使 FFK 的零序电流动作。

1.1.2 中性点经消弧线圈接地方式(图 3)

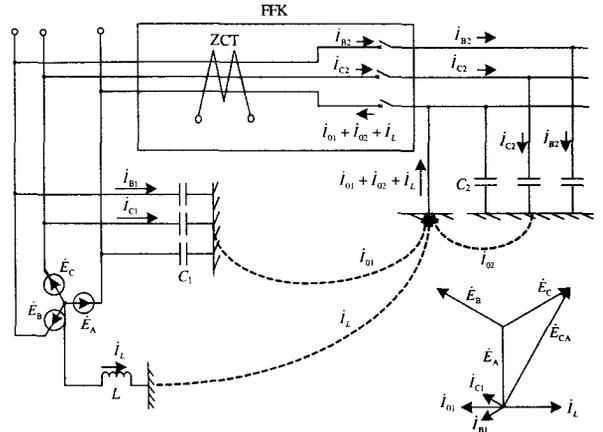


图 3 负荷侧单相接地时的电路图及矢量图
Fig.3 Circuit diagram and vector diagram of single-phase earth fault on load side

(a) 接地故障发生在负荷侧

ZCT 检出的零序电流为 I_{01}' 。

$$I_{01}' = I_{01} - I_L$$

I_L 为消弧线圈补偿电流的有效值, 单位 A

可以看出, I_{01}' 为经消弧线圈补偿后流经接地点的电流残值。当消弧线圈为过补偿方式时, $I_L > I_{01}$, I_{01}' 和 I_{01} 反向, I_{01}' 落后于零序电压 90° 。当消弧线圈欠补偿运行时, $I_L < I_{01}$, I_{01}' 和 I_{01} 同向, I_{01}' 领先于零序电压 90° 。

由矢量图可知:

$$\dot{I}_{01} = \dot{I}_{B1} + \dot{I}_{C1}, \quad \dot{I}_{02} = \dot{I}_{B2} + \dot{I}_{C2}$$

$$I_{01} = I_B \cos 30^\circ + I_C \cos 30^\circ = 2\sqrt{3}U_0\omega C_1 \cos 30^\circ = 3\omega U_0 C_1$$

$$\text{同理, } I_{02}' = 3\omega U_0 C_2$$

由于 I_{01}' 的方向随补偿方式而改变, 因此, 在消弧线圈接地方式下, 不能采用方向零序保护来提高保护动作的灵敏度。

这个电流应使 FFK 的零序保护动作。

(b) 接地故障发生在电源侧

ZCT 检出的零序电流仍为 I_{02} , 消弧线圈补偿电流 \dot{I}_L 不流过 ZCT, 即 $I'_{02} = I_{02}$

1.2 FFK 的动作原理和定值整定原则

1.2.1 用户分界开关不能设置成带继电保护的、可以切断故障电流的一级开关设备, 原因是:

(a) 会增加一级保护动作时限级差, 使变电站出线开关的继电保护装置延后动作, 对设备和电网的安全运行很不利。

(b) 仍然存在分界开关和用户进线开关继电保护配合问题, 引起分界开关的维护和责任问题。

1.2.2 FFK 装置的动作原理

(a) 装设在 FFK 装置内的继电保护判断确认用户内部发生相间短路故障并造成变电站出线开关掉闸。FFK 中的负荷开关应在变电站出线开关掉闸后、重合闸动作前自动掉闸, 将故障自动隔离。

(b) 装设在 FFK 装置内的继电保护装置判断确认用户内部发生单相接地故障时, 若系统中性点为不接地或经消弧线圈接地方式时, 可直接将负荷开关跳开; 若中性点经低电阻接地时, 应使负荷开关先于变电站出线开关掉闸, 将故障点自动隔离。

(c) 在任何情况下, FFK 内置的负荷开关均不允许在过电流情况下掉闸。

1.2.3 实施方案和保护定值设置

(a) 用户内部相间短路

① 过电流保护可按常规过电流保护定值设定, 用户内部发生相间短路故障后, 过电流保护动作并记忆。

② 低电压元件可按常规低电压闭锁过电流保护的定值整定, 当故障造成 FFK 安装处电压降低或变电站出线开关掉闸均可使低电压元件动作。

③ 判断电流消失模拟变电站出线开关掉闸。

满足上述①~③三个条件后, 起动时间元件(时间元件的整定值应比变电站出线开关重合闸动作时间小一个级差。例如: 重合闸为 1 s, 时间元件可整定 0.5 s), 时间元件动作后, 再加上无相间故障电流判据成立(流过 FFK 的电流不大于 600 A), 就可以起动出口元件将负荷开关掉闸。

(b) 用户内部单相接地故障

零序过电流元件的定值可按电源侧发生单相接地故障时, FFK 不误动作的原则整定, 即定值为

$1.5I_{02}$ 。

当用户内部为架空线时, I_{02} 会很小, 例如进线长度为 1 km 时, I_{02} 仅为 $3 \times 0.02 = 0.06$ A。此时可将零序过电流定值整定得小一些(如 0.2~0.3 A), 以便用户内部出现单相高阻接地时, 扩大动作范围。

(c) 用户外部故障

用户外部发生相间短路, FFK 中不流过短路电流, 故不会动作。

用户外部发生单相接地故障, 从上面的短路电流分析可知, 不同的中性点接地方式下, ZCT 检出的电流均不大于 I_{02} , 只要将零序电流元件定值整定为 $1.5I_{02}$ 就不会发生误动作。

2 结语

根据统计 05 年~07 年 4 月兴庆变 513 黄河南线 1#开关因分支线路及用户设备故障共跳闸 9 次全线路累计停电时间约 11 小时, 兴庆变 514 黄河北线 1#开关因分支线路及用户设备故障共跳闸 11 次全线路累计停电时间约 14 小时。采用新型用户分界开关加快速熔断器的方案后, 用户侧若发生单相接地故障, 用户分界开关能够自动跳闸隔离故障用户及故障分支线路, 不影响其他用户的用电。这样基本解决架空线路因用户设备故障造成其它用户停电事故的发生, 减少因用户故障造成的用电纠纷发生, 大大提高线路的供电可靠性。

参考文献

- [1] 关城. 智能型中压用户分界开关研制情况及安装运行原则[Z]. 中电联供电分会, 2006.
- [2] 海涛. 智能型中压用户分界开关的产品化及性能特点[Z]. 珠海许继电气有限公司, 2006.

收稿日期: 2008-04-24; 修回日期: 2009-02-11

作者简介:

肖清明(1974-), 男, 工程师, 主要从事电力系统自动化工作; E-mail: xiaoqingming@nx.sgcc.com.cn

张建民(1968-), 男, 工程师, 主要从事配网运行管理工作;

冯跃龙(1964-), 男, 高级工程师, 主要从事调度运行管理工作。