

区外故障引起零序方向保护误动的原因分析

聂清海, 凌永华

(黄山电业局变电工区, 安徽 黄山 245000)

摘要: 在大电流接地系统中广泛采用着零序功率方向保护。而造成零序方向保护误动的原因无非两种, 其一是由于装置本身故障引起的; 其二则是由于装置外部接线错误造成的。为确保外部接线的正确性, 在零序方向保护投入运行时, 我们将进行大量的现场带电测试。然而一个小小的疏忽则会酿成大的事故。因本例故障原因较为特殊, 现就分析和查找的结果, 奉献给大家, 以期继电保护的同行在工作中引以为戒。

关键词: 零功; 故障; 分析

中图分类号: TM773

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2001)04-0048-03

零序功率方向元件的正确接线, 如图1。

作, 通常是将零序电压 $3\dot{U}_0$ 以反极性接入功率方向元件的电压端子上, 即 $\dot{U}_j = -3\dot{U}_0$, 零序电流 $3\dot{I}_0$ 则以正极性接入功率方向元件的电流端子上, 即 $\dot{I}_j = 3\dot{I}_0$ 。零序功率方向元件动作区如图3所示。

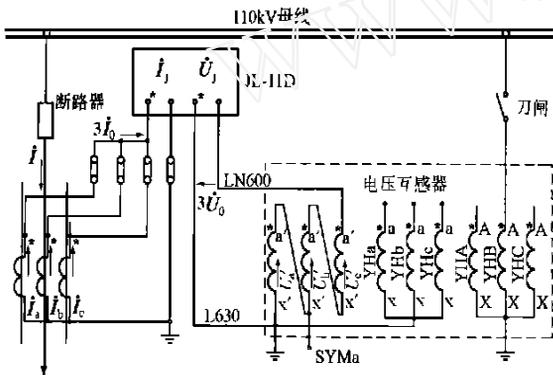


图1

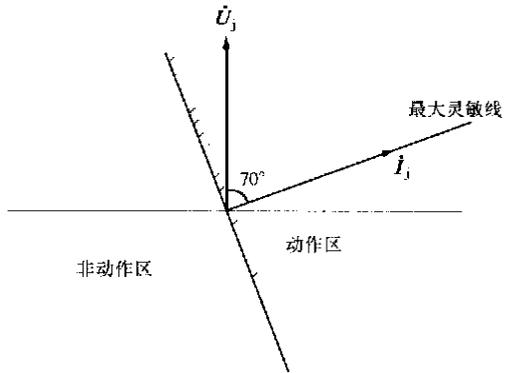


图3

假设在被保护线路发生A相金属性接地故障时, A相接地故障的相量图如图2所示, A相接地短

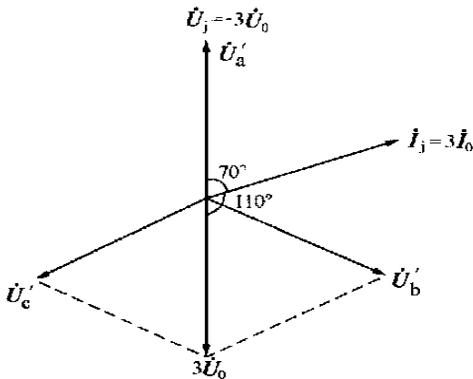


图2

路电流 $\dot{I}_{d.a} = 3\dot{I}_0$, 故障时的零序电流 ($3\dot{I}_0$) 超前于零序电压 ($3\dot{U}_0$) 约为 110° , 根据《保护继电器校验规程》和《JL-11D型保护技术说明书》的要求, 零序功率方向元件动作的最大灵敏角是 \dot{U}_j 超前于 \dot{I}_j 约 70° , 即 $\phi_j = 70^\circ$ 。这说明零序功率方向与短路功率方向正好相反。要保证零序功率方向元件可靠动

1 一次故障的原因分析

我局某 110kV 变电站线路的零序方向保护, 采用 JL-11D 晶体管保护, 在 110kV 出线线路发生接地短路故障时, 110kV 进线开关零序保护发生误动, 造成全站失电。

根据现场实际情况分析, 造成误动的主要原因, 除装置本身故障外, 最大的可能是零序功率方向元件接线错误。

首先我们用继电保护综合校验仪, 对保护装置进行模拟试验。结果 JL-11D 零序功率方向保护动作完全正确。然后我们又采用将试验电压 U_{SYM_a} 和该线路三相负荷电流, 分别加入零序功率方向元件 (这时零序功率方向保护压板退出)。根据电流、电压相角以及零序功率元件是否动作, 来判断零序功率方向保护接线的正确性。

当时的负荷潮流为有功入、无功出。用相位表测量各相电压与各相电流的相位角如下： $\phi_{U_a-I_a} = 170^\circ$ 、 $\phi_{U_b-I_b} = 171^\circ$ 、 $\phi_{U_c-I_c} = 170^\circ$ 。

在保护屏端子上测量 $U_{ar-SYMa} = 160V$ 、 $U_{L-LN} = 0V$ 、 $U_{L-SYMa} = 102V$ 。用试验电压 \dot{U}_{SYMa} 代替 $3\dot{U}_0$ ， $\dot{U}_j = \dot{U}_{SYMa}$ ， \dot{U}_j 的角度与 \dot{U}_{an} 角度相差 180° ， $I_j = 3I_0$ ，分别通入线路负荷电流 \dot{I}_a 、 \dot{I}_b 、 \dot{I}_c 。(JL-11D 零序保护的最大灵敏角整定为 70°) 相量图，如图 4 所示。

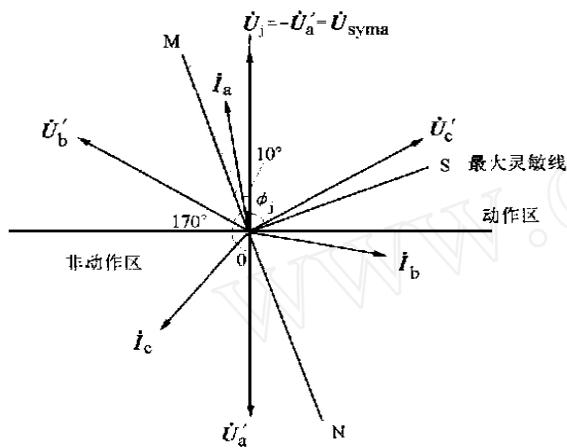


图 4

由相量图可以看出，相电流 \dot{I}_a 、 \dot{I}_b 落在零序功率方向元件的动作区内，相电流 \dot{I}_c 则在动作区外。即当加入 A、B 相负荷电流时，零序功率方向元件应可靠动作，而加入 C 相负荷电流时，零序功率方向元件不应动作。试验时我们监视零序功率方向元件动作情况如下：

通入电流	\dot{I}_a	\dot{I}_b	\dot{I}_c
动作情况	动作	动作	不动作

从上述试验结果看，保护装置本身发生故障的可能性可以排除。那么唯一可能是零序功率方向元件接线错误。我们首先检查保护的电流回路。根据当时的负荷和潮流方向，用相位表测量电流的大小和相位，结果保护电流回路接线是正确的。然后对电压回路进行检查，在室外 110kV 母线电压互感器端子箱测量电压（二次、三次侧接地点 N、LN 均在中央信号控制屏端子上并在一起，一点接地），测量各点电压值如下：

(1) 二次侧相电压：

$$U_{aN} = 59V, U_{bN} = 59.9V, U_{cN} = 59.4V$$

(2) 二次侧线电压：

$$U_{ab} = 102V, U_{bc} = 103V, U_{ca} = 102V$$

(3) 三次侧每相电压：

$$U_{ax} = 102V, U_{bx} = 102V, U_{cx} = 102V$$

(4) 二次侧三相分别对 S_{YMa} 抽头的电压：

$$U_{ar-SYMa} = 160V, U_{br-SYMa} = 89V, U_{cr-SYMa} = 89V$$

(5) 试验电压 S_{YMa} 抽头分别对 $3\dot{U}_0$ 的头尾电压：

$$\dot{U}_{SYMaL} = 102V, \dot{U}_{SYMaRN} = 102V$$

(6) 开口三角 $3U_0$ 电压： $U_{L-LN} = 0.3V$

(7) 试验 S_{YMa} 分别对三次侧 A、C 相极性端电压：

$$U_{SYMar-a} = 102V, U_{SYMar-c} = 102V$$

(8) 二次侧三相分别对三次侧 C 相极性端电压：

$$U_{arc} = 140V, U_{br-c} = 140V, U_{c-c} = 44V$$

(9) 二次侧三相分别对 $3U_0$ 的 L 端电压：

$$U_{aL} = 59V, U_{bL} = 59.5V, U_{cL} = 59.2V$$

通过电压互感器端子箱的测量值，画出相量图（如图 5），再根据端子上标号，判断开口三角电压 $3\dot{U}_0$ 为负极性端引出。即 L630 为 C 相非“*”端，LN600 为 A 相的“*”端。

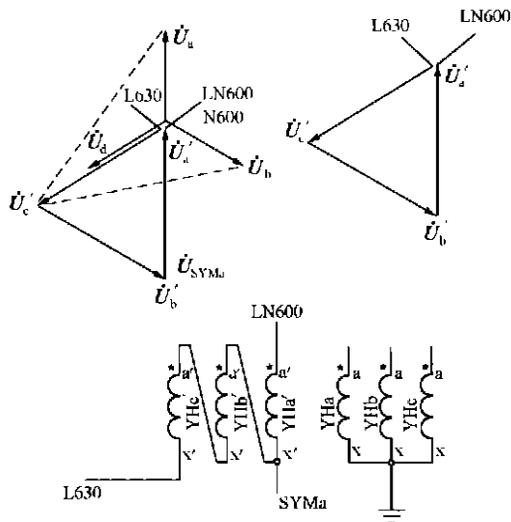


图 5

以上测量结果均表明电压互感器的接线正确。但同时我们发现，电压互感器三次侧每相首尾相连，引出 $3\dot{U}_0$ 的接线方式有四种（图 6~9）。其中有两种接线方式（如图 6 和图 7）的测量结果完全相同，而 $3\dot{U}_0$ 的引出方式则正好相反。那么仅仅依靠在电压互感器端子箱和保护装置端子上，测量各点电压值是无法判断 $3\dot{U}_0$ 极性的。于是我们对由电压互感器端子箱到中央信号控制屏端子，以及转接到保护装置端子的电缆芯线一一进行了核对。结果发现电压互感器端子箱引出的 L630 在中央信号控制屏接地，变为 LN600，而电压互感器端子箱引出的 LN600 在中央信号控制屏接到了 L630。 $3\dot{U}_0$ 在此由负极性引出变成了正极性引出。

从分析、检查的结果来看,造成零序功率方向保护误动的原因是由于 $3\dot{U}_0$ 电压回路,在中央信号控制屏的端子上,电缆转接错误所致。

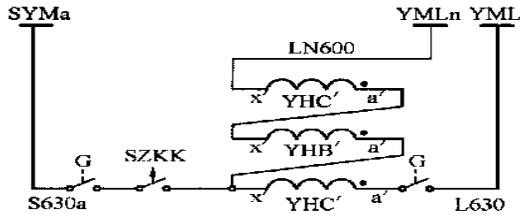


图6

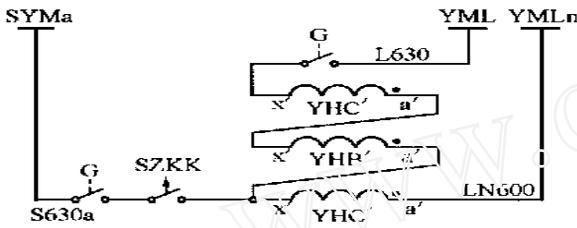


图7

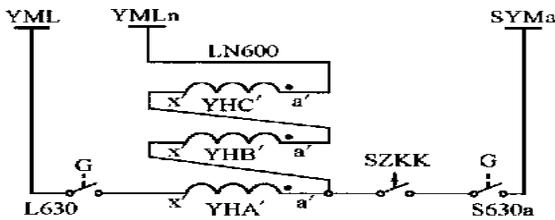


图8

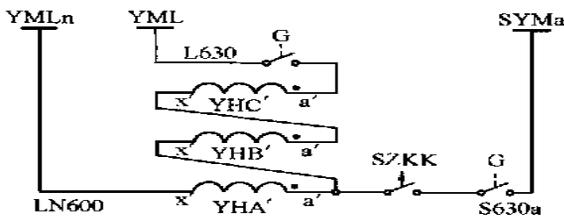


图9

在事故调查过程中,了解到该变电站从投运到零序保护误动的13年间进行了几次技改,110kV母线电压互感器二次、三次部分按反措要求也进行过改造,110kV出线也是最近才投运,所以过去没有零序功率保护反方向动作的条件,也没有引起高度重视。

2 教训和措施

(1) 在保护的电压和电流回路上,不管是进行任何工作,只要涉及到二次线的变动工作,都要按照《继电保护规程》要求,带负荷测试零序功率方向元件动作的正确性。

(2) 针对零序功率方向保护的测试,不仅要准确地判断 $3\dot{U}_0$ 的接线方式,试验电压 $\dot{U}_{SYM a}$ 的极性,而且还应注意到测试时所采用的零序电流极性和一次潮流的方向。

(3) 在进行零功测试取 $\dot{U}_{SYM a}$ 为参考电压时,要特别注意 $\dot{U}_{SYM a}$ 试验电压的极性与真正故障下 $3\dot{U}_0$ 的极性之间的关系。

(4) 在进行零功测试前,电压互感器三次侧的开口电压L630和LN600电缆,一定要从电压互感器端子箱对到保护装置端子,中间的接地点,在两端是不能通过测量 $3\dot{U}_0$ 的电压值来确定。本例故障就是一个例子。

(5) 在确定 $3\dot{I}_0$ 为正极性引出时, $3\dot{I}_0$ 的极性端接入JL-11D的电流极性端,非极性端与JL-11D电流非极性端相连(如图1)。电压互感器三次侧接线方式,每相首尾相连 $3\dot{U}_0$ 有四种接法,但不论哪种接线方式或 $3\dot{U}_0$ 两个引出端的接地情况如何, $3\dot{U}_0$ 的极性端均应接入JL-11D电压线圈的非极性端, $3\dot{U}_0$ 的非极性端与JL-11D的极性端相接。只要按这个原则接线,就能保证零功接线的正确性。

参考文献:

- [1] 山东工学院. 电力系统继电保护. 水利电力出版社, 1979.
- [2] 国家电力调度通讯中心. 电力系统继电保护规程汇编. 中国电力出版社, 1997.
- [3] 莫铭培. 华东电网继电保护练兵调考培训资料(第一篇). 华东电力调度局, 1995.

收稿日期: 2000-09-05; 改回日期: 2000-10-11

作者简介: 聂清海(1963-),男,工程师,从事继电保护技术及应用工作; 凌永华(1973-),大专,从事继电保护技术及应用工作。

Analysis on the causes of maloperation of zero - sequence directional protection by out-of-zone fault

NIE Qing-hai, LING Yong-hua

(Huangshan Electric Power Bureau, Huangshan 245000, China)

(下转第53页)

超前 I_B 峰值和谷值 1 个采样点,对于采用频率为 12/周的采样系统,1 个采样点相当于 30° ,即电压 U_B 超前电流 I_B 大约 30° ,落在动作区。

5.2 故障电流突变量

我们在测量最小动作电流突变量时采用的是有效值,分析故障电流突变量亦应采用有效值,根据表 4 的电流峰值和谷值计算每个周波的电流有效值及其突变量,列表如下:

表 5 故障电流突变量

B 相电流	故障前	故障第 1 个周波	故障第 2 个周波
谷值(A)	- 0.18	- 4.72	- 16.63
峰值(A)	1.23	13.31	17.50
平均有效值(A)	0.49	6.38	12.07
有效值突变量(A)		5.89	5.69

可见:本次故障 B 相电流突变量在 5.69 ~ 5.89A 之间,大于最小动作电流突变量。

5.3 故障电压突变量

同样根据表 4 的电压峰值和谷值计算每个周波的电压有效值及其突变量,列表如下:

表 6 故障电压突变量

B 相电压	故障前	故障第 1 个周波	故障第 2 个周波
谷值(V)	- 78.5	- 77.0	- 72.5
峰值(V)	78.5	73.5	71.5
平均有效值(V)	55.5	53.4	50.9
有效值突变量(V)		2.1	2.5

可见:本次故障 B 相电压突变量在 2.1 ~ 2.5V 之间,小于最小动作电压突变量,这就是本次 A 相高频不动作的原因。

5.4 结论

8月21日龙大线 B 相发展性大过渡电阻故障,

因电压变化较缓慢,电压突变量小于最小动作电压突变量,故 WXB-15 型突变量方向高频保护应可靠不动作。WXB-15 型突变量方向高频保护原理上存在缺陷,不能反映某些区内故障。

6 调查方法的补充说明和对 WXB-15 型微机保护的建议

1) 本次调查是针对特定的定值进行,对于不同的定值,结果可能不一样;

2) 本次调查采用的是相电压和相电流,WXB-15 突变量方向元件采用的是线电压和线电流,对于单相接地故障,并不影响调查数据的准确性;

3) WXB-15 的用户手册在保护原理上讲述过于简单,不便于用户自己分析事故,请厂家酌情详细给出原理,特别有关边界和门槛的数据要给出,例如本次的最小动作电压突变量,在我局所掌握的 WXB-15 资料中,并没有提到;

4) 对于反映突变量方向的元件可以把最小动作电压突变量降到 0.5 ~ 1.0V,特别是方向高频,线路两侧保护动作才出口,过高的电压突变量门槛值意义不重大,而且对于目前的微机保护模拟量基本不存在采样精度,降低电压突变量门槛值完全可行;

5) 对于 WXB-15 方向高频保护,有必要提高负序和零序方向的速度,确保在突变量方向高频不动作的情况下,负序或零序方向高频可以快速动作。

收稿日期: 2000-09-18

作者简介: 詹勤辉(1971-),男,硕士,从事电力系统继电保护研究和维护工作。

Analysis on the failure to trip cause of WXB-15 microprocessor based HF protection for Long-da Line in Longtang substation

ZHAN Qir-hui

(Shenzhen Power Supply Bureau, Shenzhen 518020, China)

Abstract: A method of researching for the failure to trip cause of WXB-15 microprocessor based HF protection is described. An analysis is done on the cause of failure to trip. Its solving ways are presented as well.

Keywords: HF protection; sudden change component; zone of operation; min operation voltage; min operation current

(上接第 50 页)

Abstract: Zero sequence directional power protection is widely used in neutral directly grounded system. In normal conditions, there are two causes of maloperation of zero sequence directional protection, i. e., a fault from the device itself and wrong wiring outside the device. For ensuring correct wiring, a great of active tests on site should be done before the protection is put into operation. In this paper, an unique fault cause is presented here and the analysis and searching result is showed. It is helpful to relay engineers.

Keywords: zero sequence power; fault; analysis