从东吴线故障计算看手拉手供电网注意的问题

杨剑峰

(宁夏银南供电局 , 宁夏 银南 751100)

摘要: 根据一次实际线路故障计算分析 ,讨论类似的手拉手供电网继电保护的投退原则 ,并就此网中的变电站实现无人值守时应注意的软、硬件问题提出解决办法。

关键词: 故障计算 ;　手拉手供电网

中图分类号: TM744　　**文献标识码**: B　　**文章编号**: 1003-4897(2001)04-0059-04

随着电力企业公司制改革的深入 ,电力系统运行与供电可靠性更为迫切地成为电力公司首要重视的两项性能指标。体现这两项指标的手拉手供电方式也大量地出现。宁夏电力公司银南供电局所辖的吴忠变电站就是这样的网中的一个站。系统接线图如图 1。

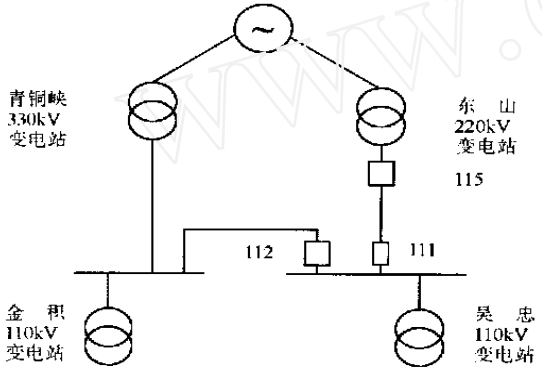

图 1

正常时考虑到经济运行 ,青铜峡站给金积站供电 ,东山站给吴忠站供电 ,吴忠 112 开关处于热备状态 ,需要倒电源时投上 112 开关、退出 111 开关。2000 年 4 月 11 日 15 时 5 分 ,东吴线在距吴忠站 3km 处发生 BC 相间故障。东山站 115 开关距离 II段动作、重合闸重合成功。吴忠站 111 开关 1ZKCK、ZCH 出口、重合闸重合成功。由于吴忠站为单电源受电侧 ,在东吴线故障时其保护动作引起大家的讨论。由于吴忠站没有故障录波器 ,111 开关所装 01 型保护在东山 115 开关重合时启动将前一次有用数据冲走(无人值守 ,打印机在关机) 。无法了解故障时吴忠 111 保护感受到的故障量。为此通过短路计算以确定 111 开关是否该动作。

1　建立数学模型

以 100MVA 为基准容量 ,按中心调度所下的参数如下:

东山 Ⅰ#、Ⅱ# 主变均为　$X_1^* = X_2^* = 0.19$

$X_0^* = 0.072$

东吴线路参数:　$Z^* = 0.08$　$Z_{0*} = 0.24$

全长 25km

吴忠 Ⅰ#、Ⅱ# 主变均为　$Z_1^* = Z_2^* = 0.3373$

当时运行方式:东山站只有 Ⅰ# 主变运行 ,且 110kV 侧中性点接地。

吴忠站主变 110kV 侧中性点均不接地并列运行。

从故障录波图(东山侧的录波图附后) 。故障前两周波的电流可以看出 ,当时吴忠站所有负荷电流 110kV 侧为2. 6A ,CT 变比为 300/ 5。负荷标幺值:

$$X_{fh1}^* = 1.2 \times \frac{100}{3^{1/2} \times 2.6 \times 60 \times 121 \times 10^{-3}} = 3.67$$

$$X_{fh2}^* = 0.35 \times \frac{100}{3^{1/2} \times 2.6 \times 60 \times 121 \times 10^{-3}} = 1.07$$

$$I_j = \frac{100 \times 10^3}{3^{1/2} \times 121} = 477A$$

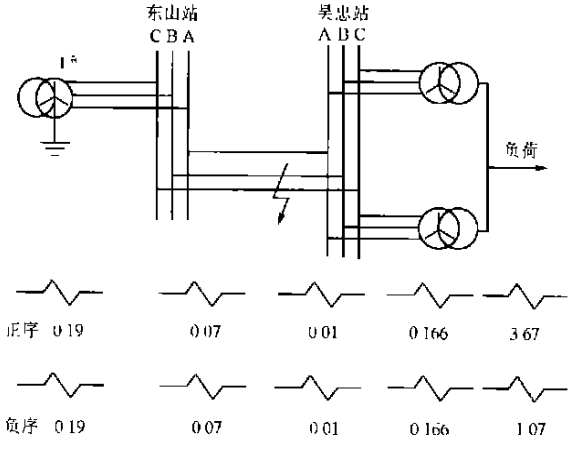

图 2

2 故障计算:

先计算东吴线故障时东山侧的电流,并与故障录波图核对,以确定参数与算法的正确性。

复合序网图:

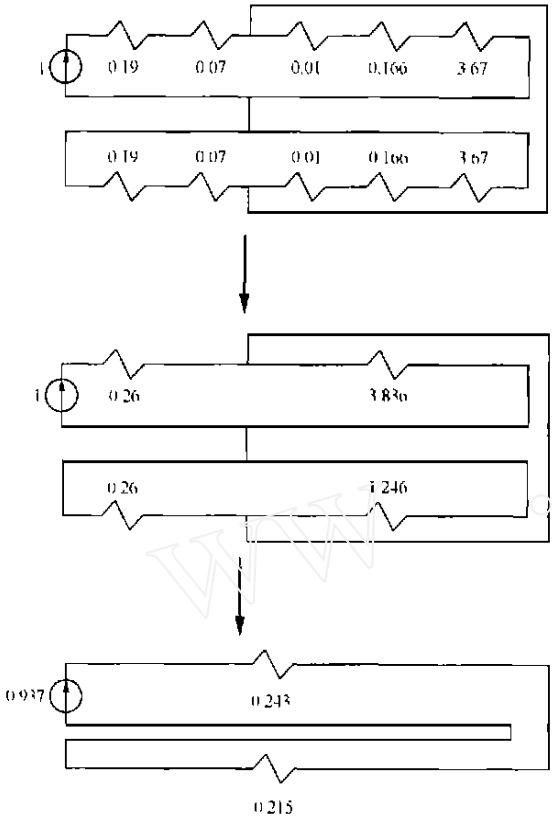

图 3

$$I_d = \frac{0.937}{j(0.243+0.215)} \times 477 = -j976\text{A}$$

$I_{fh} = 2.6 \times 60 \times (\cos 15° - j\cos 15°) = 151 - j40$

注:从录波图上看出当时电压超前电流 15°角。

东山侧:

$I_1 = I_{fh} + K_1 I_d = 151 - j40 + (0.243/0.26) \times (-j976) = 151 - j952$

$I_2 = -K_2 I_d = -(0.215/0.26) \times (-j976) = j807$

$I_A = I_1 + I_2 = 151 - j952 + j807 = 151 - j145 = 209 \angle -43.8°$

二次值: 3.48 ∠-43.8° A

$I_B = a^2 I_1 + aI_2 = (-0.5 - j0.866)(151 - j952) + (-0.5 + j0.866)(j807) = -75.5 + j476 - j131 - 824 - j403 - 699 = -1598.5 - j62 = 1599.7 \angle -178°$

二次值: 26.7 ∠-178° A

$I_C = aI_1 + a^2 I_2 = (-0.5 + j0.866)(151 - j952) + (-0.5 - j0.866)(j807) = -75.5 + j476 + j131 + 824 - j403 + 699 = 1447.5 + j204 = 1461 \angle 8°$

二次值: 24.35 ∠8° A

结果与录波图相符,参数与方法正确。

吴忠侧:

$I_1 = K_1 I_d' - I_{fh} = (0.243/3.836) \times (-j976) - 151 + j40 = -151 - j22$

$I_2 = -K_2 I_d' = -(0.215/1.246) \times (-j976) = j168$

$I_A = I_1 + I_2 = -151 - j22 + j168 = -151 + j146 = 210 \angle 134°$

二次值: 3.5 ∠134° A

$I_B = a^2 I_1 + aI_2 = (-0.5 - j0.866)(-151 - j22) + (-0.5 + j0.866)(j168) = 75.5 + j11 + j131 - 19 - j84 - 145 = -88.5 + j58 = 105.8 \angle 146.7°$

二次值: 1.75 ∠146.7° A

$I_C = aI_1 + a^2 I_2 = (-0.5 + j0.866)(-151 - j22) + (-0.5 - j0.866)(j168) = 75.5 + j11 - j131 + 19 - j84 + 145 = 239.5 - j204 = 314.6 \angle -40.2°$

二次值: 5.23 ∠-40.2° A

故障点各序电压:

$U_1 = E - Z_1 Id_1 = 0.937 - j0.243 \times (-j976)/477 = 0.44$

$U_2 = -Z_2 Id_2 = -j0.215 \times [-(-j976)/477] = 0.44$

吴忠站母线各序电压:

$U_1' = U_1 + Z_1 I' = 0.44 + j0.01 \times (-151 - j22)/477 = 0.44 + 0.0005 - j0.0032 = 0.4405 - j0.0032$

$U_2' = 0.44 + (j0.01)(j168)/477 = 0.44 - 0.0035 = 0.4365$

吴忠站母线电压:

$U_A = U_1' + U_2' = 0.4405 - j0.0032 + 0.4365 = 0.877 - j0.0032 = 0.878 \angle -0.2°$

二次值: 51 ∠-0.2° V

$U_B = a^2 U_1' + aU_2' = (-0.5 - j0.866)(0.4405 - j0.0032) + (-0.5 + j0.866)(0.4365) = -0.2202 + j0.0016 - j0.3814 - 0.0028 - 0.218 + j0.378 =$

$-0.441 - j0.0018 = 0.443 \angle -179.5°$

二次值：　25.1 ∠- 179.8° V

$U_C = aU_1' + a^2U_2' = (-0.5 + j0.866)(0.4405 - j0.0032) + (-0.5 - j0.866)(0.4365) = -0.2202 + j0.0016 + j0.3814 + 0.0028 - 0.218 - j0.378 = -0.4354 + j0.005 = 0.4354 \angle +179.3°$

二次值：　25.12 ∠+ 179.3° V

3　动作行为分析

故障后吴忠站 111 开关保护相量图如图 4。

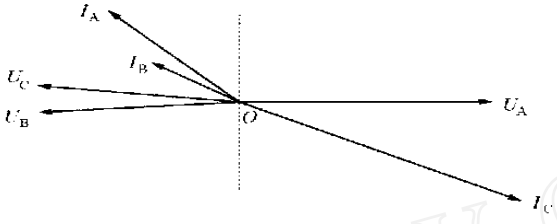

图 4

$U_{BC} = U_B - U_C = -0.441 - j0.0018 - (-0.4354 + j0.005) = 0.0056 + j0.0032 = 0.0064 \angle 29.7°$

二次值：　0.384 ∠29.7° V

$I_{BC} = I_B - I_C = -88.5 + j5.8 - (239.5 - j204) = 328 + j262 = 419.8 \angle 38.6°$

二次值：　7 ∠38.6° A

$U_{BC}\, I_{BC} = -9°$

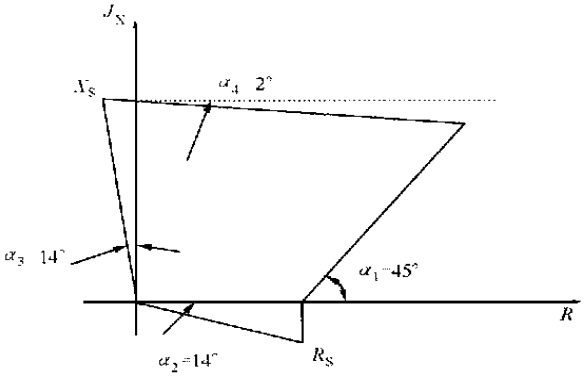

图 5　01 型微机距离保护阻抗特性

吴忠站 111 开关保护定值：

$X_1 = 1.03\Omega$　　$X_2 = 1.94\Omega$

$DI_1 = 2.5A$　　$DI_2 = 3.5A$

由此可见，故障时的测量阻抗落在动作区内并达到定值，吴忠站 111 保护动作是正确的。

4　此类问题的普遍性

现在已建成或在建项目线路保护均已首选微机型线路保护。不论是 11 型还是 160B 系列保护，其距离保护阻抗特性均为四边形，其阻抗特性图如图 6。

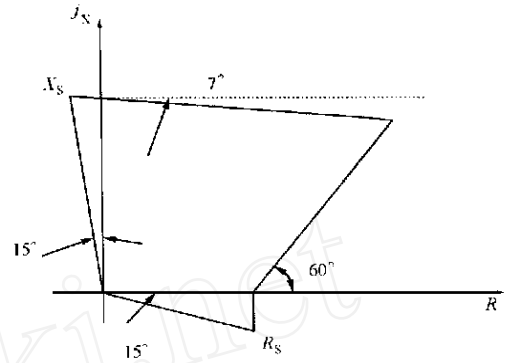

图 6　161B 11 型微机距离保护阻抗特性

类似于 01 型保护，线路上发生某点故障时，作为终端的线路保护所感受到的故障量有可能落在其动作区内。因此这是这类变电站所面临的一个普遍问题。

5　手拉手供电网应注意的问题

(1) 从以上的计算看，这种正常运行时是单电源终端变电站，其线路保护不应投入，否则线路故障时，象吴忠站一样作为受电侧其保护也将跳闸。若重合闸没投或重合闸不能重合，将会瞬时性故障其也停电，供电可靠性降低，并且其保护的投退与否，对电源侧的开关没有任何影响，受电端常规保护(除高频保护)对快速切除故障不起作用。

(2) 作为这种变电站在实现无人值守时，应考虑其进线保护压板远方投退的问题。因为虽然在正常运行时其保护不投，但在倒电源环网时，如金积给吴忠供电，而东吴线要停运时，其保护均要投入。因此为了长远经济着想，其保护压板最好能由调度远方操作。

(3) 作为这种变电站在无人值守由调度远方操作时，调度运行人员必须先核对其线路保护投了没有，然后再进行环网其他操作。这较以往调度操作多了一项内容。

(4) 当吴忠站给金积站供电时，112 保护投入，111 保护也要退出。原因同前。111 保护对快速切除故障没有好处，但由于其开关与重合闸可靠性的降低将影响供电可靠性。

总之,受电端保护只有在环网操作时起作用,在其它正常运行时均退出。因为作为这种供电方式,双电源只有在环网瞬间出现,其它绝大部分时间为单电源供电,在线路故障时,作为受电站的常规保护(除高频保护)对快速切除故障不起作用。因为如前面所讲,111 开关跳闸后,故障还是存在,而恰恰在重合不成功的情况下影响供电可靠性。

参考文献:

[1] 崔家佩. 电力系统继电保护与安全自动装置整定计算. 中国电力出版社,1993,3.

收稿日期: 2000-07-31; 改回日期: 2000-11-15

作者简介: 杨剑峰(1971 -),男,本科,工程师,主要从事继电保护调试与校验。

附:

YS-8A 故障录波器装置分析报告

变电站名称:东山变 110kV 录波屏　　故障相别:BC 相间

故障文件名:04111505. # A　　跳闸相别:ABC

故障日期:2000 年 04 月 11 日　　故障距离:21. 9381kM

故障时间:15:05:09. 398　　断路器跳闸时间:644ms

故障线路:东吴线 B431　　断路器重合时间:1765ms

开关动作时间:

东吴线相间距离[第 25 路]	动作(闭合)0. 639s	返回(断开)
东吴线 TWJ[第 27 路]	动作(闭合)0. 719s	返回(断开)1. 683s
内部负序 1[第 61 路]	动作(闭合)0. 006s	返回(断开)0. 682s
内部负序 2[第 62 路]	动作(闭合)0. 006s	返回(断开)0. 682s

启动前两个周波后八个周波有效(共十周波):

01 东吴线 A431	2. 53A	2. 53A	3. 47A	4. 13A	4. 21A	4. 01A	0. 60A	0. 15	0. 08A	0. 07A
02 东吴线 B431	2. 70A	4. 21A	32. 58A	31. 12A	30. 25A	29. 57A	27. 81A	27. 72A	27. 54A	27. 37A
03 东吴线 C431	2. 65A	4. 43A	29. 76A	27. 95A	27. 26A	26. 80A	27. 68A	27. 52A	27. 39A	27. 20A
04 东吴线 N431	0. 01A	0. 03A	0. 19A	0. 29A	0. 46A	0. 29A	0. 31A	0. 22A	0. 19A	0. 18A
05I 母电压 U_a	60. 59V	60. 58V	59. 27V	57. 69V	56. 59V	55. 94V	58. 98V	59. 04V	58. 94V	59. 72V
06I 母电压 U_b	61. 64V	59. 70V	36. 11V	35. 43V	34. 73V	34. 38V	36. 84V	37. 06V	37. 04V	37. 64V
07I 母电压 U_c	61. 56V	58. 53V	31. 07V	30. 53V	30. 01V	29. 56V	29. 99V	29. 64V	29. 59V	29. 76V
08I 母电压 $3U_0$	0. 24V	0. 27V	0. 36V	0. 11V	0. 11V	0. 10V	0. 10V	0. 07V	0. 06V	0. 08V

Some issues of hand-in-hand power network from the calculation of fault on Dongshan-wuzhong transmission line

YANG Jian-feng

(Yinnan Power Supply Bureau of Ningxia, Yinnan 751100, China)

Abstract: Based on an analysis of a real line fault, the switch-on and switch-off principle for relaying protection in similar hand-in-hand power network is discussed and solutions to hardware and software for realizing unattended substations in such networks are proposed.

Keywords: calculation of fault; hand-in-hand power network

(上接第 58 页)

Discussion on some problems of differential bus protection in Zhejiang 220kV power network, China

LIU Jun

(The Electric Power Company of Zhejiang Province, Hangzhou 310007, China)

Abstract: Based on the operating state of differential bus protections in Zhejiang 220kV power network, some problems on the differential bus protections are discussed and the wide use of them is analyzed.

Keywords: differential bus; operation; discussion