

微机保护在电力系统一次事故分析中的应用

鄂西自治州电力公司 余 斌 袁中强 张景旗

旁路母线开关采用微机保护装置已引起电力系统继电保护工作者的广泛重视。它不仅可替换 8 条线路内任一条线路开关运行，且定值更换简单，调试运行方便，同时可以通过其采样值检查保护存在的问题，现将旗峰坝变电站 220kV 旁路开关引用许昌继电器厂产品 WXH-1A 型微机保护在电网运行中的情况介绍如下：

1 运行方式

旗峰坝变电站 220kV 侧采用单母线分段带旁路的接线方式。由于一期工程主变 06 开关未安装，该站 220kV 侧以上线路开关 07 主变高压侧开关简易投产。旁母 05 开关取代 07 开关运行时，主变差动保护，过流保护亦应接在 05 开关 CT 回路，并将主变保护出口接至 05 开关跳闸回路。详见图 1。旁路 05 开关间隔及 WXH-1A 微机保护装置安装完毕后，经许昌继电器厂来人现场调试合格后，于 11 月 9 日取代 07 线路开关投入试运行。

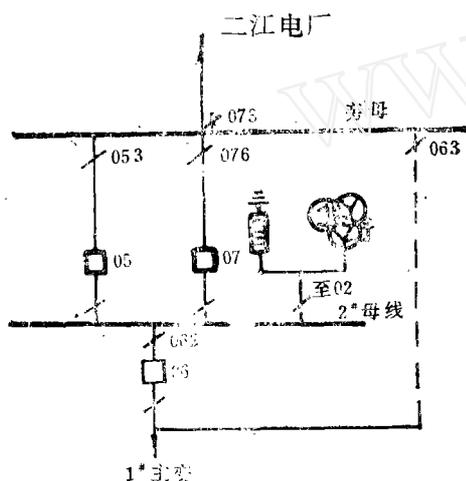


图 1 旗峰坝 220kV 接线图

2 投运后故障时保护动作行为分析

2.1 故障原因及打印报告

1990 年 11 月 16 日 11 时 04 分，220kV 葛旗线 3[#]~4[#] 杆塔之间的 B 相导线发生单相接地短路故障。旗 05 开关微机保护零序 II 段动作跳闸。故障前接地距离保护退出，单相重合闸未投故未动作。潮流为葛洲坝二江电厂向旗峰坝变电站输送功率为 $10 + j25$ 。微机保护打印出如下报告。

2.2 利用微机保护打印报告值计算故障点

根据线路单相接地短路情况下，母线至故障点的测距公式：

$$L = 1.5 \frac{U_B}{3I_0}$$

可算出母线至故障点的隔离。

上式中：

U_B 、 $3I_0$ 均为一次有效值

有效值与幅值的关系为：有效值 = 幅值 / $\sqrt{2}$

63 QDX = -4.09 R = -1.48BN

DATE 90.11.16. 11.4.30

313 PTD.

811 102CK.

NS	U _A	U _B	U _C	I _B	3U ₀	3I ₀	U _L	5V
-6	46.00	42.00	-88.50	0.39	0.24	0.00	10.19	5.06
-5	19.88	64.50	-85.50	0.59	0.24	0.00	16.25	5.06
-4	5.94	24.50	-62.00	-0.98	29.38	-1.37	17.38	5.06
-3	-10.75	27.88	-31.25	-2.55	13.38	-2.83	16.25	5.06
-2	-43.00	40.00	-17.75	-3.63	19.25	-3.72	23.00	5.06
-1	-58.25	27.00	9.00	-5.28	21.63	-5.28	25.13	5.06
0	-68.00	27.00	36.25	-6.44	3.16	-5.97	20.63	5.06
1	-80.50	15.75	54.00	-6.88	6.00	-6.31	18.25	5.06
2	-80.00	7.16	72.00	-7.25	-1.69	-6.38	11.56	5.06
3	-73.00	3.22	78.50	-6.63	-11.75	-5.28	3.64	5.06
4	-59.25	-12.25	79.00	-5.56	-10.44	-4.50	-3.64	5.06
5	-36.25	-16.75	74.50	-4.06	-23.38	-3.31	-10.94	5.06
6	-14.56	-19.50	55.00	-2.16	-23.50	-1.37	-15.75	5.06
7	11.38	-25.50	34.25	-0.19	-22.38	-0.19	-19.88	5.06
8	35.50	-25.38	12.38	1.77	-25.00	1.77	-23.75	5.06
9	53.00	-24.38	-12.88	3.08	-18.13	3.03	-24.00	5.06
10	68.50	-20.63	-35.25	4.50	-13.38	4.09	-22.13	5.06
11	78.50	-14.81	-54.50	5.28	-9.00	4.50	-18.75	5.06
12	79.00	-7.88	-71.00	5.66	0.85	4.59	-11.88	5.06
13	72.50	1.34	-78.00	5.28	6.63	4.09	-3.64	5.06
14	57.00	9.50	-78.00	4.50	12.38	3.31	3.64	5.06

利用该保护装置的打印报告值，可查得线路单相接地时，母线残余电压及短路电流的幅值：U_{Bm}、3I_{0m}，为避免弧光电的影响，此值选在短路电流最大，既弧光电阻接近稳定值的52ms时刻，取3I_{0m} = 7.06A，U_{Bm} = 27.25V。

已知：线路CT变比为300/5A，母线PT变比为220/0.1kV，所以：

$$U_B = \frac{U_{Bm}}{\sqrt{2}} n Y \quad 3I_0 = \frac{3I_{0m}}{\sqrt{2}} n L$$

将U_{Bm} = 27.25V，3I_{0m} = 7.06A 代入以上两式得：

$$U_B = 27.25 \times 220 / 0.1 / \sqrt{2} = 42397 V$$

$$3I_0 = 7.06 \times 300 / 5 / \sqrt{2} = 299.57 A$$

因此旗变母线至故障点的隔离为：

$$L = 1.5 \frac{U_B}{3I_0} = 1.5 \times 42397 / 299.57 = 212.29 \text{ km}$$

2.3 利用故障录波图按比例计算故障点

故障录波图如图 2, U_B 量得1.25mm, $3I_0$ 量得5 mm。

已知该故障录波图: 峰—峰值与有效值的比例为: $16U/\text{mm}$, $1 \text{ A}/\text{mm}$ 则:

$$U_B = 1.25 \times 16 \times 220 / 0.11 = 44000 \text{ V}$$

$$3I_0 = 5 \times 1 \times 300 / 5 = 300 \text{ A}$$

同样以公式: $L = 1.5 \times \frac{U_B}{3I_0}$ 计算得知:

旗变母线至故障点的隔离为:

$$L = 1.5 \times 44000 / 300 = 219.99 \text{ km}$$

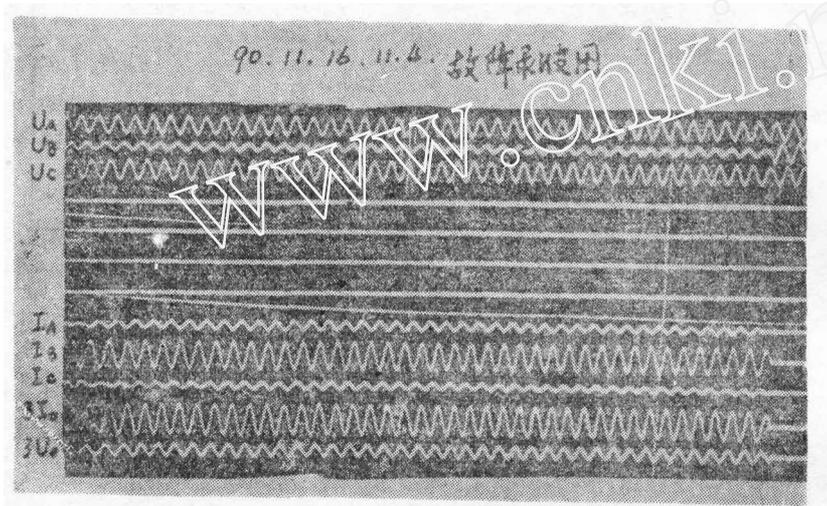


图 2

2.4 微机保护动作行为分析:

220kV 葛旗线路总长为212.848km,实际故障点距离葛洲坝二江电厂出线龙门架为820m 旗峰坝变电站距故障点距离为212.028km,故障发生后,尚不知确切故障点及故障性质,我方已根据微机打印报告值及故障录波图计算出故障点距离,且误差极小,通过上述计算,即可验证在纯金属性单相接地短路故障时,利用微机保护打印报告值计算故障点距离是比较准确的,旗05代旗07开关运行,微机保护零序 I 段定值整定为380.4A,零序二段定值整定为167.4A/1.5s,以上可知,故障时零序故障电流300A,所以微机保护零序 I 段不动,零序 II 段167.4A < 300A 可靠动作,保护出口跳闸,是正确的。

通过对故障时微机保护动作,打印的数据的分析,提出下述疑问:

- 正方向故障,保护为何感受为负阻抗,打印出 QD $X = -4.09$, $R = -1.48$
- 保护感受负阻抗,零序 II 段保护为何能正确动作切除故障?
- 为何打印 PTD, 即电压回路断线 (PTD 的打出意味着闭锁了距离保护)。
- 线路 PT (YDR) 接于 A 相,属非故障相,为何其电压仅为 27.25V?

为此,根据故障时打印报告值,我们做出矢量图如图 3 所示。

注：① \dot{U}_A 超前 \dot{U}_B 114°

\dot{U}_B 超前 \dot{U}_C 104°

\dot{U}_C 超前 \dot{U}_A 142°

\dot{I}_A 超前 \dot{U}_A 66°

\dot{I}_B 超前 \dot{U}_B 105°

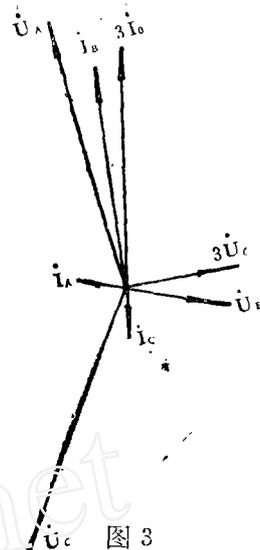
\dot{I}_C 超前 \dot{U}_C 22°

$3\dot{U}_0$ 超前 \dot{U}_B 18°

\dot{I}_B 超前 $3\dot{I}_0$ 5°

② 向量图幅值为波形最大值电压，1V/mm，电流1A/cm

③ 向量图为1990.11.16旗05跳闸时微机打印报告值



显然，从矢量图中可以看出： $3\dot{U}_0$ 与 \dot{U}_B 同相而理论上 $3\dot{U}_0$ 应与 \dot{U}_B 反相，这说明 $3\dot{U}_0$ 极性可能接反，微机保护判断

$3\dot{U}_0 \neq \dot{U}_A + \dot{U}_B + \dot{U}_C$ ，故打印PTD，造成电压回路断线的假象，而闭锁了距离保护装置但是零序保护亦受 $3\dot{U}_0$ 控制，为何零序II段线正确动作切除故障呢？

这是因为：在该微机保护中，当零序电流超前零序电压 $100^\circ \sim 180^\circ$ 时，装置判断为正方向故障，在 $3\dot{I}_0$ 极性同时接反的情况下，零序量在正方向接地短路时仍能感受为正方向，以上分析说明了 $3\dot{I}_0$ 极性有可能接反。

在微机保护中， $3\dot{U}_0$ 与 $3\dot{I}_0$ 正确接线图如图4所示。 $3\dot{U}_0$ 极性端接保护极性端， $3\dot{I}_0$ 极性端子边接入保护极性端 $3\dot{I}_0$ 是否接反了呢？

从向量分析图可知， $3\dot{I}_0$ 与 \dot{I}_B 同相，这与理论相符，但 \dot{I}_B 超前 \dot{U}_B 105° ，可以初步肯定，三相电流极性可能接反， $3\dot{I}_0$ 接线图，如图5所示。

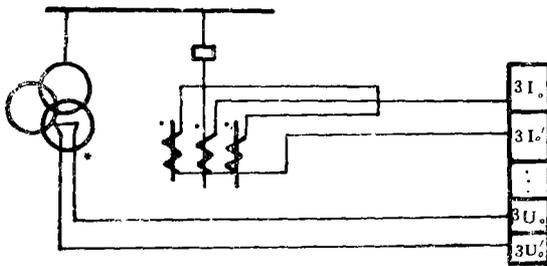


图4

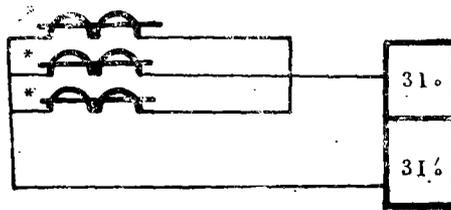


图5

这就是说：三相电流极性接反将导致 $3\dot{I}_0$ 在向量图中旋转 180° 的角度，在此结论之后，对该站旗05开关间隔CT电流回路作了极性检查，检查结果如图6所示。

正方向故障时，故障一次电流及二次电流如箭头所示，二次电流由非极性端流入继电器，二次电流理应由极性端 K_1 流入保护回路，CT电流回路一次设备接线端子 L_1 与 L_2 接反。正确接线情况下：相间短路，短路功率方向由母线指向线路故障点，零序功率方向则由故障点指

220kV 母线

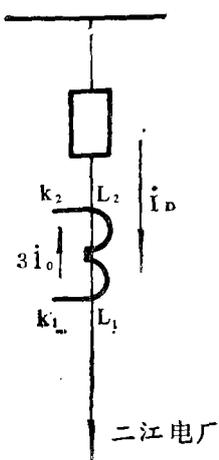


图 6

向母线。因而可以肯定：由于一次电流回路接线反向造成二次侧三相电流极性反向，这与推理相吻合。

同时，利用停机会对线路PTD即YDR进行检查，发现其保险熔断故其电压值仅为27V左右。

总结以上分析得出以下结果：

在 $3 \dot{U}_0$ 与 $3 \dot{I}_0$ 极性同时接反时，零序保护能够正确动作，距离保护在此条件下不致误动，但正方向故障将拒动，这是因为 PTD 的假象距离保护闭锁。

针对上述结果：我们做出处理如下：

为解决电流极性接反和 $3 \dot{I}_0$ 反向问题，在 CT 电流回路将二次侧 K_1 与 K_2 端子对换，同时在保护屏上将 $3 \dot{U}_0$ 端子对换之后经过整组调试合格动作正常，证明了改线处理的正确性。

3 结论

微机保护装置在实际运行中，动作可靠、操作简单、改变定值方便，并且利用微机保护装置打印的故障报告，对分析探讨电力系统故障性质、类别、计算故障点距离起了很大作用。也可以进一步检验、消除安装，调试等环节中遗留下来的隐患，但也存在下列不足之处：

- a MPV 出现故障时，保护将全部退出运行，影响保护的可靠性。
- b 接地距离保护，零序四段保护没有压板或控制字控制出口，保护投退不方便。
- c 该装置以程序计时，在直流断电后将自动消失。

新产品简讯—YPC—500F₆

以技术开发为源本，以技术进步为先导的许昌继电器研究所新春伊始又有七种产品通过鉴定，其中 YPC—500F₆ 远方保护信号音频传输机的各项性能指标达到西门子同类产品最新水平。该装置是在综合吸收国外同类先进产品的基础上，结合我国继电保护系统的特点而设计的。采用了西门子公司最新产品 SWT500F₆ 的先进技术原理：键控移频 F₀ 调制方式及脉冲噪声抑制技术，极大的增强了装置的抗干扰能力，在国内首次采用优先权编码方式，解决了多个命令信号的传输问题；完善的环路检测电路通过对未占用信号频带的噪声信号进行加权处理检测，用监频信号消失，信号电压低落，S/N 比告警作用于收信命令输出回路，保证了装置在各种不利情况下具有极高的可靠性和安全性。该装置与载波机或光纤配合可用于快速可靠地传送电力系统中多个互相独立的继电保护信号（允许式，闭锁式和远方跳闸信号）。

该产品于 1991 年初研制，1992 年下半年一次性通过型式试验，现正在河南柳林一大召营线路上试运行，运行实践表明该产品各项性能指标达到西门子同类产品最新水平。