220 kV降压变保护配置及改进建议

凌 昉
(浙江省杭州市电力局,浙江 杭州 310009)

摘要: 介绍了浙江省网内原 220 kV变压器保护的配置,通过 2004年 12月 11日 220 kV合兴变发生的事故发现了原配置中的不足,并提出了改进建议。

关键词: 降压变; 主变保护; 误动

中图分类号: TM772 **文献标识码**: B **文章编号**: 1003-4897(2005)21-0032-04

0 引言

220 kV降压变压器的保护在各个省市的配置不尽相同,虽然都能满足《继电保护和安全自动装置技术规程》的要求,对于继电保护配置方案的评价是以整体保护效果的优劣来衡量的,不同的配置还是有不同的效果。在浙江省 220 kV主变的相间电量保护配置是这样的:主变差动保护动作跳主变各侧开关;高压侧复合电压方向过流保护 (方向朝向变压器)以较短时限动作断开变压器中压开关,以较长时限动作断开变压器各侧开关;高压侧不带方向的复合电压过流保护作变压器的总后备保护;中压侧复合电压方向过流保护 (方向朝中压侧母线),以较短时限动作断开 110 kV母联或母分开关,以较长时限动作断开变压器本侧开关;低压侧复合电压过流保护动作以较短时限动作断开低压侧母联或母分开关,以较长时限动作断开变压器本侧开关。其中各侧的复合电压元件由各侧的低电压和负序电压并联启动,过流定值按躲开主变最大负荷电流整定,同时高压侧与中、低压侧配合。因为省内大部分变电所为单侧供电,以上配置已基本满足要求,但在实际应用中却暴露了一些不足,特别在 2004年 12月 11日 220 kV合兴变事故中这些问题的严重性暴露出来。

1 事故经过

220 kV合兴变 220 kV、110 kV侧为双母线带旁路接线,35 kV侧为单母分段接线,220 kV、110 kV均并列运行,35 kV分列运行。事故起因为合兴变 #1主变 35 kV开关故障,35 kV母差保护动作跳 35 kV I母上所有开关,#1主变 35 kV复合电压闭锁保护动作跳 #1主变 35 kV开关,但在 #1主变 35 kV开关和独立 CT之间仍存在故障,但无任何保护动作,最终引起开关爆炸,使得 #2主变 35 kV穿墙套管闪烙,#2主变第二套保护工频变化量差动和比率差动动作跳 #2主变三侧开关;此时 #1主变 220 kV复合电压闭锁方向过流保护启动,第一时限跳 #1主变 110 kV开关,第二时限跳 #1主变三侧开关,最终故障被切除。但 #1主变长时间短路,时间长达 98 s左右,造成主变油中总烃明显增加,并出现了微量乙炔,通过现场低电压阻抗、频响变形、预试、空载等试验项目,综合分析认为 #1主变低压绕组存在变形。

2 保护分析

1) 合兴 #1、#2主变 CT配置分别如图 1、图 2,其中 16、17LH为开关柜内 CT,18～21LH为户外独立 CT。#1主变保护为电磁型保护,#2主变保护为双套微机型 RCS978保护。

从故障录波图 (图 3)上看,#1主变 220 kV故障电流从 3.95 A (一次值为 474 A)逐步增大至 8.55 A (一次值为 1 026 A),整个过程持续约 1 min40 s左右,其中超过 5.4 A的时间约为 3.645 s左右 (220 kV复合电压闭锁方向过流保护整定值为 5.4 A,第一时限 3 s,第二时限 3.5 s)。

根据当时的运行方式,故障时系统等效电路图参见图 4[1]。理论计算故障电流考虑故障初始为 #1主变 35 kV侧 BC相金属性故障,后发展为三相金属性故障,且忽略当时负荷电流。

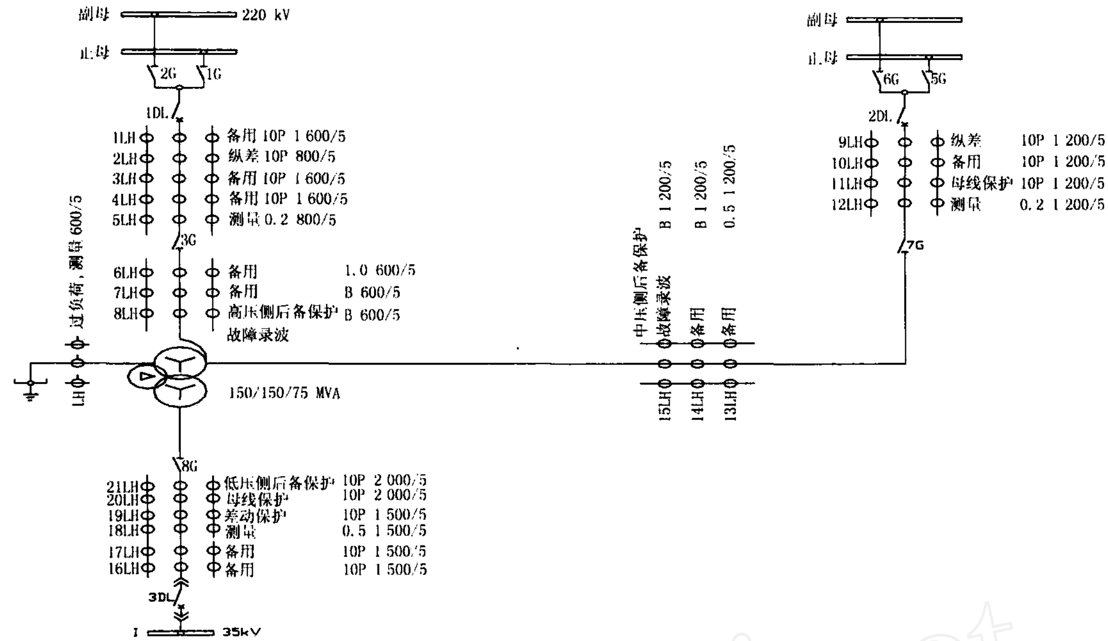

图 1　合兴 #1主变 CT基本配置

Fig 1　Basic configuration of current transformer for 1# transformer of Hexing substation

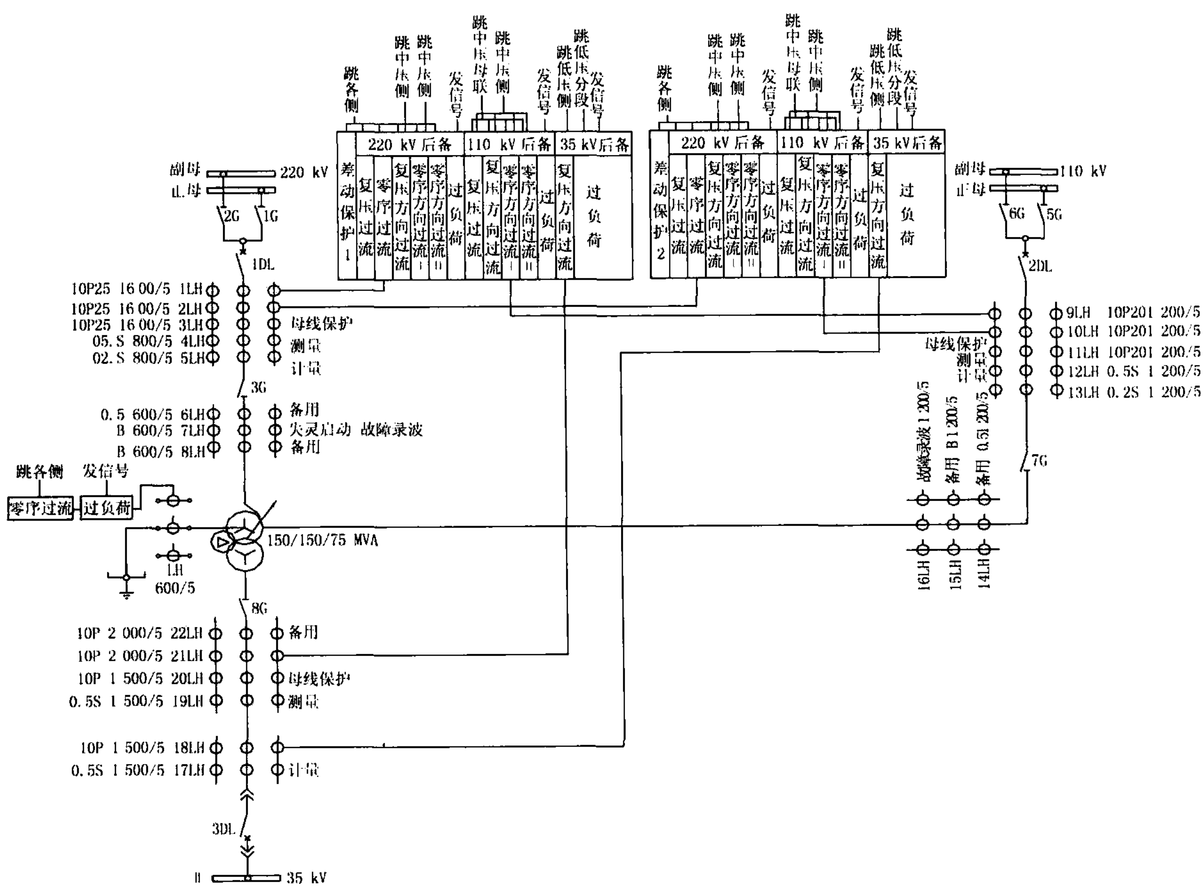

图 2　合兴 #2主变 CT基本配置

Fig 2　Basic configuration of current transformer for 2# transformer of Hexing substation

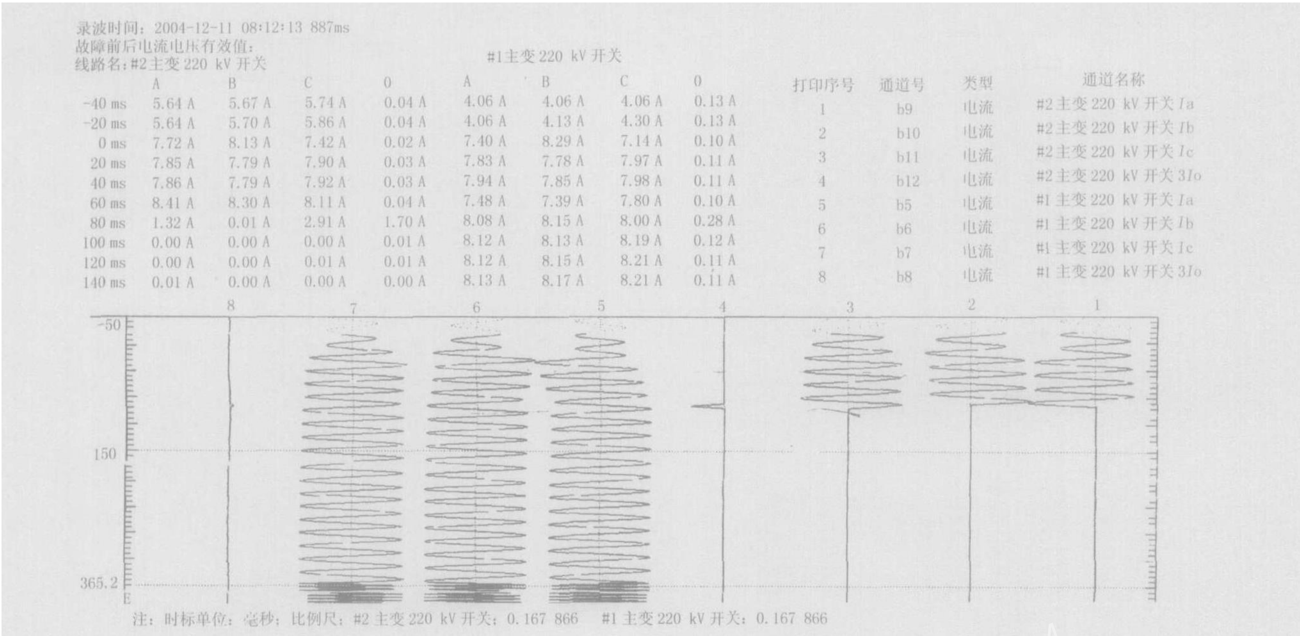

图 3 故障录波图

Fig 3 Data and waves of fault recorder

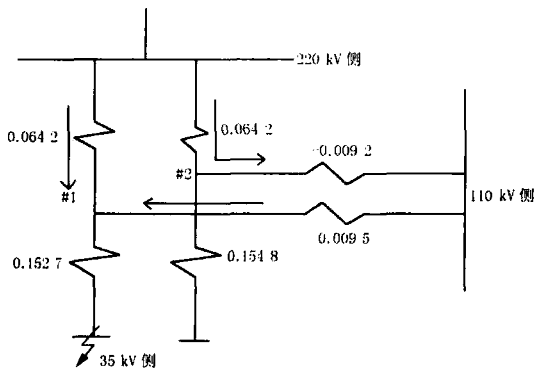

图 4 系统等效电路图

Fig 4 System equivalent circuit

表 1 #1主变各侧实际故障电流

Tab. 1 Actual fault current of #1 transformer

时间	相属	220 kV		110 kV		35 kV	
		I_d /A	I_d / I_e	I_d /A	I_d / I_e	I_d /A	I_d / I_e
0 s 故障初始	A相	146		40.56		996	
	B相	474	1.2	1 545	2.08	7 705	6.58
	C相	331	0.84	1 562	2.11	6 908	5.91
120 ms	A相	512	1.3	1 553	2.1	7 956	6.79
	B相	506	1.28	1 568	2.11	7 968	6.81
	C相	511	1.29	1 532	2.06	7 884	6.73
94 s #2主变跳闸后	A相	888	2.25	65		5 076	4.33
	B相	994	2.52	64		5 712	4.88
	C相	856	2.17	67		4 886	4.17
97.653 ms #1主变跳前	A相	997	2.53	65		5 724	4.89
	B相	1 014	2.57	64		5 830	4.98
	C相	1 026	2.61	67		5 893	5.04

表 2 #1主变各侧理论计算故障电流

Tab. 2 Calculated fault current of #1 transformer

时间	相属	220 kV		110 kV		35 kV	
		I_d /A	I_d / I_e	I_d /A	I_d / I_e	I_d /A	I_d / I_e
0 s 故障初始	A相						
	B相	464	1.17	1 309	1.87	6 953	5.94
	C相	464	1.17	1 309	1.87	6 953	5.94
120 ms	A相	535	1.35	1 511	1.91	8 030	6.86
	B相	535	1.35	1 511	1.91	8 030	6.86
	C相	535	1.35	1 511	1.91	8 030	6.86
94 s #2主变跳闸后	A相	1 082	2.74			6 727	5.75
	B相	1 082	2.74			6 727	5.75
	C相	1 082	2.74			6 727	5.75
97.653 ms #1主变跳前	A相	1 082	2.74			6 727	5.75
	B相	1 082	2.74			6 727	5.75
	C相	1 082	2.74			6 727	5.75

比照理论计算与实际故障电流(参见表 1和表 2)比较接近,建模应和当时的情况相符。从 #1主变保护的配置看,故障初始,故障点在 #1主变差动范围外,因此 #1主变差动保护不动作, 35 kV母差 I段动作以及 #1主变 35 kV复合电压保护动作跳开 #1主变 35 kV开关均不能切除故障, 110 kV复合电压闭锁方向过流保护由于方向元件未开放也不能动作, 220 kV复合电压闭锁方向过流的电流元件由于存在 #2主变的分流也无法达到动作值不能动作;对于 #2主变来说,由于三侧电压均未能下降至动作值,因此三侧相间后备均不能动作。所以即便最后发展为几乎是金属性故障也无从隔离,因为合兴变

当时的运行方式下 #1主变 35 kV侧故障时主变所有保护均不能出口,直至开关柜爆炸的粉尘造成 #2主变 35 kV穿墙套管闪烙,即在 #2主变第一套保护的差动范围内故障,使得 #2主变第一套保护的比率差动动作跳开 #2主变三侧开关,至此 #1主变 220 kV侧故障电流的分流消失,复合电压闭锁方向过流保护立即达到启动值,第一时限跳开 #1主变开关,第二时限跳开 #1主变三侧开关,才将故障完全切除。按当时配置整个过程所有保护均动作正确,但 #1主变承受约 $6I_e$、历时近 98 s,造成主变严重损坏,主要原因是 #1主变 35 kV开关跳开后故障未切除,但此时无任何保护能可靠启动,这使原来保护配置和跳闸方式的不足暴露无遗。

3 改进建议

根据《继电保护和安全自动装置技术规程》2.1.1要求,电力设备和线路短路故障的保护应有主保护和后备保护。因此在主变保护的配置上提出以下整改措施:

1) 对于电磁型主变保护,应将低压侧差动电流回路接至靠近主变低压开关侧 CT,使差动保护的范围包括主变至开关的引线。同时应考虑在作为主保护的主变差动保护拒动或开关拒动时,主电源侧后备保护无法启动,因此建议低压侧的后备保护可靠启动,第一时限跳低压侧母联或母分开关,第二时限跳变压器低压侧开关,第三时限跳主变各侧开关。

2) 对于双套微机型主变保护,可将低压侧差动电流回路接至靠近低压侧开关侧同组 CT的两个次级绕组,也可分别接至两组不同 CT,两套保护互为备用,但低压侧后备保护动作第一时限跳低压侧母联或母分开关,第二时限跳变压器低压侧开关,第三时限跳主变各侧开关,以此消除 CT至开关的保护死区。

同时考虑到不同主变参数不同,当主变低压侧故障时,各套保护感受到的故障电流和电压也不同,因此 220 kV、110 kV后备保护也可能有灵敏度。为了使故障有效隔离同时防止停电范围扩大,所以 220 kV主变低压侧复合电压过流保护第三时限动作时间应与主变中压侧复合电压方向过流第一时限(跳 110kV母联或分段开关时间)配合,即要求低压侧保护第三时限动作跳闸必须先于中压侧保护动作时间。

参考文献:

[1] 华北电力学院. 电力系统故障分析[M]. 北京:水利水电出版社, 1992.
North China Electric Power Institute. Fault Analysis of Power Systems[M]. Beijing: Hydraulic and Electric Power Press, 1992.

收稿日期: 2005-08-30; 修回日期: 2005-09-16

作者简介:
凌 昉(1971-),女,学士,工程师,从事继电保护及变电站自动化技术管理工作。E-mail: everredrose@hotmail.com

Configuration and improvement of protection for 220 kV step-down transformer

LING Fang
(Hangzhou Power Bureau, Hangzhou 310009, China)

Abstract: The original configuration of protection for 220 kV step-down transformer in Zhejiang power grid is detailed. According to the analysis of an unwanted operation happened in 220 kV Hexing substation on December 11, 2004, the unfitted configuration of protection is discussed and some suggestions are presented.

Key words: step-down transformer; transformer protection; maloperation

中国 2005年前九个月核电发电量达 405.7亿千瓦时

据国防科工委消息, 2005年 1-9月,秦山、大亚湾、岭澳核电站 9个核电机组累计发电 405.7亿千瓦时,上网电量 384.6亿千瓦时,同比分别增长 9.7%和 9.9%,向香港售电 85.5亿千瓦时,占上网电量的 22%。