

# 再论三峡电站1号发电机内部故障主保护配置方案的研究

桂林<sup>1</sup>, 王祥珩<sup>1</sup>, 王维俭<sup>1</sup>, 张学深<sup>2</sup>

(1. 清华大学电机工程与应用电子技术系, 北京 100084; 2. 许昌继电器研究所, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 在对三峡电站1号发电机所有可能发生的同槽和端部交叉故障进行仿真计算的基础上, 对两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护、两套不完全纵差保护的组合的灵敏性与两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护、两套不完全纵差保护的组合的灵敏性进行了对比和分析, 在此基础上提出了1号发电机内部故障主保护的总体配置方案。

**关键词:** 发电机; 内部故障; 主保护方案及其组合; 优势互补; 传统裂相横差保护; 不完全裂相横差保护

**中图分类号:** TM772 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2001)09-0010-07

## 1 前言

文<sup>[1]</sup>和文<sup>[2]</sup>在对三峡电站1号发电机所有可能发生的同槽和端部交叉故障进行仿真计算的基础上, 联系可供选择的零序电流型横差保护、裂相横差保护、不完全纵差保护和完全纵差保护, 在充分论证各种保护方案及其组合灵敏性的基础上, 提出了该发电机内部故障主保护的总体配置方案意见, 分别如图1和图2所示。

图1和图2的共同特点是设置了两套零序电流型横差保护(即高灵敏单元件横差保护)和两套不完全纵差保护。零序电流型横差保护是定子绕组内部一切故障(包括相间、匝间短路和分支开焊)的最简单、高灵敏的主保护, 所有大型发电机均应力争装设这种保护, 前提是发电机必须具备两组(汽轮发电机)或三组(水轮发电机)中性点。但是零序电流型横差保护 $K_1$ 对发电机外部三相引线短路无效, 而且发电机内部故障还应有第二主保护, 因此如图1和

图2所示, 装设发电机不完全纵差保护 $K_2$ 。将完全纵差保护(只对发电机及其引线的相间短路有效)的中性点侧互感器改接在每相的部分并联分支绕组中, 即构成不完全纵差保护。不完全纵差保护的功能与完全纵差保护相比有了新的发展, 即不仅反应相间短路, 还能反应匝间短路和分支绕组开焊故障, 名符其实地成为发电机内部故障的第二主保护和机外引线的第二主保护<sup>[3]</sup>。

装设了两套零序电流型横差保护之后, 不完全纵差保护中性点侧接入分支数也就确定下来了, 每相左、右两侧各取两个分支接入不完全纵差保护(与零序电流型横差保护的2-1-2组合相协调)。一套不完全纵差保护( $K_2$ )用来保护发电机, 另一套不完全纵差保护( $K_3$ )用来保护发一变组。发一变组不完全纵差保护 $K_3$ 利用发电机每相中两个并联分支的互感器与主变高压侧互感器构成, 它是变压器第二主保护, 发电机外部引线的第二主保护, 发电机内部故障的第三主保护或后备保护。

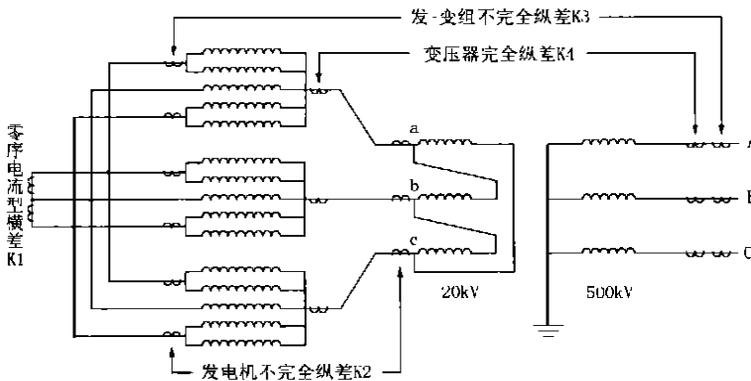


图1 三峡电站1号发电机内部故障主保护及电流互感器总体配置方案一

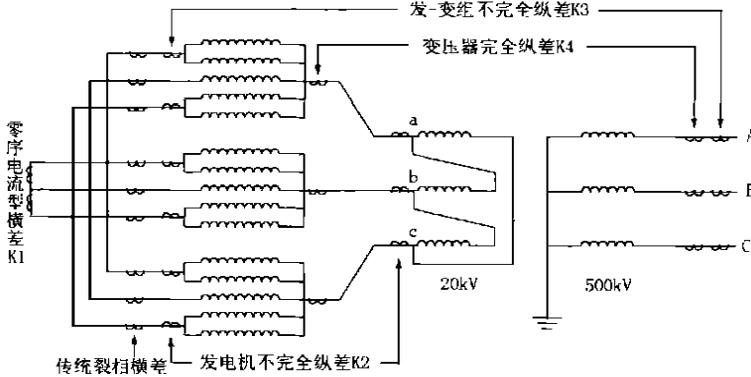


图2 三峡电站1号发电机内部故障主保护及电流互感器总体配置方案二

图 1 和图 2 中的  $K_1$  是变压器内部短路的第一主保护,兼有保护变压器引线的作用。 $K_2$  和  $K_3$  还是发电机外部引线的第二、三主保护。

图 1 和图 2 所示的发电机—变压器内部故障主保护总体配置方案期望发电机、变压器及其连线任一点发生短路时总有两套及以上主保护能灵敏动作,迅速跳开发—变组高压断路器。

图 1 或类似图 1 的主保护配置方案已在十三陵抽水蓄能电站、龙羊峡电站、岩滩电站、二滩电站和天生桥一级电站的大机组上运行,它涉及的保护是原理成熟、经验丰富的传统横差和纵差保护,并经过改进、发展和深化提高。

图 2 的总体配置方案与图 1 的总体配置方案相比,增加了传统裂相横差保护,但对现在的微机保护来说,关键是采集数据,多计算一组差动判据是不成问题的。其主要缺点是 CT 配置变得复杂,单从灵敏性来看,图 2 的总体配置方案要优于图 1 的总体配置方案,如表 5、表 6 所示。

在广泛使用微机保护的条件下,资源共享,以减少 CT 二次绕组数量,主保护和后备保护可共享同一个二次绕组,但一个元件的两套主保护必须使用不同的二次绕组。基于从 CT 配置简单化考虑,能否将图 2 的总体配置方案中的传统裂相横差保护换成不完全裂相横差保护<sup>[1~2]</sup>,使不完全裂相横差保护和不完全纵差保护共用同一个 CT(同一个 CT 不同的二次绕组),以减少中性点侧 CT 数量,如图 3 所

示,但这样改变之后会不会导致保护方案的组合的灵敏性出现很大差异,需要我们做进一步的分析研究。

## 2 各种主保护方案及其组合灵敏性的对比分析

要最终确定三峡电站 1 号发电机内部故障主保护总体配置方案,应综合考虑继电保护的“四性”——选择性、快速性、灵敏性和可靠性,以期形成合理的对各种保护方案及其组合的评价意见,同时应使 CT 配置尽可能简单。由于继电保护“四性”中只有灵敏性易于进行统计分析,所以现阶段工作重点还集中在对各种主保护方案及其组合的灵敏性分析上。

在运用“多回路分析法”<sup>[5]</sup>对三峡电站 1 号发电机所有可能发生的同槽和端部交叉故障进行计算分析的基础上,计算了各种主保护方案——两套零序电流型横差保护、两套不完全纵差保护、裂相横差保护(包括传统裂相横差保护和不完全裂相横差保护)和完全纵差保护的灵敏度,并对各种主保护方案的灵敏动作数、可能动作数和不能动作数进行了统计,由于篇幅有限,这里仅列出了并网额定负载这一种运行方式下的结果,如表 1、2 所示。然后进一步分析了各种主保护方案不能动作故障的性质,如表 3、表 4 所示(将表 1 和表 2 中的可能动作和不能动作都归为不能动作,即以  $K_{sen} < 1.5$  为界)。

表 1 三峡电站 1 号发电机并网额定负载时对同槽故障各种主保护方案的灵敏性

主保护方案			总故障数	灵敏动作数			可能动作数			不能动作数		
				匝间短路		相间短路	匝间短路		相间短路	匝间短路		相间短路
				相同分支	不同分支		相同分支	不同分支		相同分支	不同分支	
零序电流型横差	两套保护(2-1-2 组合) $I_{OP}^* = 0.05$	相邻-相邻	540	233	60	52	55	0	4	132	0	4
		相邻-相间	540	235	60	49	51	0	6	134	0	5
		相间-相间	540	235	60	47	51	0	10	134	0	3
裂相横差	传统裂相横差 $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻连接	540	307	60	60	47	0	0	66	0	0
		相间连接	540	310	60	60	54	0	0	56	0	0
	不完全裂相横差 $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻-相邻	540	256	48	60	83	5	0	81	7	0
		相邻-相间	540	272	53	60	69	4	0	79	3	0
		相间-相间	540	282	51	60	53	6	0	85	3	0
		两套保护(2-2 组合) $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻-相邻	540	280	60	60	32	0	0	108	0
相邻-相间	540	280	60	60	31	0	0	109	0	0		
相间-相间	540	268	60	60	42	0	0	110	0	0		
完全纵差( $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$ )			540	0	0	60	0	0	0	420	60	0

表2 三峡电站1号发电机并网额定负载时对端部故障各种主保护方案的灵敏性

主保护方案			总故障数	灵敏动作数			可能动作数			不能动作数		
				匝间短路		相间短路	匝间短路		相间短路	匝间短路		相间短路
				相同分支	不同分支		相同分支	不同分支		相同分支	不同分支	
零序电流型横差	两套保护(2-1-2组合) $I_{OP}^* = 0.05$	相邻-相邻	10950	784	660	8128	54	0	584	92	0	648
		相邻-相间	10950	787	660	8384	55	0	474	88	0	502
		相间-相间	10950	782	660	8596	60	0	404	88	0	360
裂相横差	传统裂相横差 $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻连接	10950	858	660	9300	60	0	44	12	0	16
		相间连接	10950	868	660	9304	41	0	44	21	0	12
		相邻-相邻	10950	757	610	9202	58	36	112	115	14	46
	不完全裂相横差 $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻-相间	10950	770	632	9220	76	22	102	84	6	38
		相间-相间	10950	765	632	9258	50	20	72	115	8	30
		相邻-相邻	10950	815	660	9344	73	0	14	42	0	2
不完全纵差	两套保护(2-2组合) $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$	相邻-相间	10950	811	660	9342	76	0	14	43	0	4
		相间-相间	10950	815	660	9346	62	0	12	53	0	2
		完全纵差( $I_{OP}^* = 0.1, S = 0.3$ )	10950	0	0	9360	0	0	0	930	660	0

表3 1号发电机并网额定负载时对于同槽故障各种主保护方案不能动作故障数及其性质

主保护方案	构成方式	具体连接形式	不能动作故障数	匝间短路					相间短路
				相同分支				不同分支	
				1匝	3匝	5匝	7匝		
零序电流型横差	两套保护(2-1-2组合)	相邻-相邻	195	105	72	9	1	0	8
		相邻-相间	196	105	65	13	2	0	11
		相间-相间	198	105	60	15	5	0	13
裂相横差	传统裂相横差	相邻连接	113	102	9	2	0	0	0
		相间连接	110	91	15	4	0	0	0
	不完全裂相横差	相邻-相邻	176	101	24	21	18	12	0
		相邻-相间	155	88	27	20	13	7	0
		相间-相间	147	75	28	20	15	9	0
		完全纵差	480	105	105	105	105	60	0

表4 1号发电机并网额定负载时对于端部故障各种主保护方案不能动作故障数及其性质

主保护方案	构成方式	具体连接形式	不能动作故障数	匝间短路					相间短路	
				相同分支						不同分支
				2匝	4匝	6匝	7匝	其它		
零序电流型横差	两套保护(2-1-2组合)	相邻-相邻	1378	105	40	1	0	0	0	1232
		相邻-相间	1119	103	38	2	0	0	0	976
		相间-相间	912	101	40	7	0	0	0	764
裂相横差	传统裂相横差	相邻连接	132	65	5	2	0	0	0	60
		相间连接	118	54	6	2	0	0	0	56
	不完全裂相横差	相邻-相邻	381	32	23	46	18	54	50	158
		相邻-相间	328	38	23	42	13	44	28	140
		相间-相间	295	39	26	44	17	39	28	102
		完全纵差	1590	105	105	240	90	390	660	0

从表 1、表 2 中可以看出,各种主保护方案都存在各自的保护死区,因此如何通过保护方案的优化配置来实现互补、以达到对发电机内部故障的保护范围最大就显得十分重要。主保护方案的组合有以下几种方式:<sup>[2]</sup>

· 一种横差保护和一种纵差保护

可以选择两套零序电流型横差保护与两套不完全纵差保护进行组合,也可以选择裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合。由于完全纵差保护对匝间短路完全不反应,其与一种横差保护进行组合的互补性太差,因此不予选择。

· 两种横差保护和一种纵差保护

可以选择两套零序电流型横差保护、裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合,也可以选择两套零序电流型横差保护、裂相横差保护和完全纵差保护进行组合。

· 一种横差保护和两种纵差保护

可以选择两套零序电流型横差保护、两套不完全纵差保护和完全纵差保护进行组合,也可以选择裂相横差保护、两套不完全纵差保护和完全纵差保护进行组合。

· 两种横差保护和两种纵差保护

选择以上四种主保护方案进行组合。

由于各种主保护方案自身灵敏性的大小并不唯一决定其与其它主保护方案之间的互补性,因此在文<sup>[2]</sup>中仅依据灵敏性的大小就决定裂相横差保护选用传统裂相横差保护显得过于武断。近来通过对不完全裂相横差保护灵敏度的分析研究(详见文<sup>[4]</sup>),发现:

(1) 不完全裂相横差保护在构成上比传统裂相横差保护简单,且在与其它主保护方案——两套零序电流型横差保护、两套不完全纵差保护进行配合时,其 CT 配置也简单。

(2) 对于小匝数同相同分支匝间短路,不完全裂相横差保护的灵敏性与传统裂相横差保护的灵敏性相差不大,甚至要好于传统裂相横差保护,但是随着短路匝比的增加,不完全裂相横差保护的灵敏性逐渐变差。

(3) 对于两个短路分支的短路点相差很远或较远的同相不同分支匝间短路,舍弃故障分支的故障相不完全裂相横差保护的灵敏度将降低;对于两个短路分支的短路点相差较近的同相不同分支匝间短路,不完全裂相横差保护的灵敏动作情况要好于传统裂相横差保护。

(4) 传统裂相横差保护和不完全裂相横差保护都存在各自的不能动作的相间短路类型。传统裂相横差保护不能动作的相间短路类型为机端侧大匝数相间短路(两个分支的短路点均靠近机端侧);故障分支为被舍弃分支的不完全裂相横差保护不能动作的相间短路类型包括机端侧大匝数相间短路(两个短路分支的短路点均靠近机端侧)、中性点侧小匝数相间短路(两个短路分支的短路点均靠近中性点侧)和短路分支的短路点相差很远的相间短路(一个短路分支的短路点靠近机端侧,另一个短路分支的短路点靠近中性点侧)。

综上所述,由于不完全裂相横差保护和传统裂相横差保护在构成上的差异,使它们对于不同故障类型的灵敏性不同,如表 3、表 4 所示。而其它主保护方案对于不同的故障类型的动作情况也是不同的,因此很有必要对不完全裂相横差保护与其它主保护方案之间的互补性进行研究,并与传统裂相横差保护与其它主保护方案之间的互补性进行对比。

### 3 各种主保护方案之间的互补性

文<sup>[2]</sup>较详细地讨论了两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护、两套不完全纵差保护和完全纵差保护四种主保护方案(“两横两纵”)进行各种组合的灵敏性的大小,最后提出应选择两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合,如图 2 所示。本文工作的重点是用不完全裂相横差保护代替传统裂相横差保护,分析其与两套零序电流型横差保护、两套不完全纵差保护进行组合带来的灵敏性上的变化及原因。

表 5 和表 6 集中讨论了同槽和端部故障时两套零序电流型横差保护和两套不完全纵差保护进行组合(“一横一纵”),两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合(“两横一纵”),两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合(“两横一纵”)不能动作故障数及其性质。

从表 5、表 6 中可以看出,两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合(A+B<sub>2</sub>+C)与两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合(A+B<sub>1</sub>+C)的灵敏性相差不大,彼此互有优劣。总的来说,包含不完全裂相横差保护的上述组合对于小匝数同相同分支匝间短路的灵敏性要好一些,但在相间短路上会存在共同的保护死区,这从文<sup>[4]</sup>不

完全裂相横差保护和传统裂相横差保护的灵敏性对比中也可以看出。

对于零序电流型横差保护和不完全纵差保护都不能动作的不同相同编号分支发生的中性点侧小匝数相间短路,而传统裂相横差保护却能灵敏动作;对于传统裂相横差保护不能动作的机端侧大匝数相间短路,此时零序电流型横差保护和不完全纵差保护的组合却能灵敏动作。所以表5、表6中两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护的组合对所有的相间短路都能灵敏动作。而对于零序电流型横差保护和不完全纵差保护都不能动作的不同相同编号分支发生的中性点侧小匝数相间短路,不完全裂相横差保护也不能动作,不同相同编号分支发生的中性点侧小匝数相间短路为三者

共同的保护死区。之所以两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护和两套不完全纵差保护的组合对同槽故障导致的相间短路都能动作,是因为同槽故障导致的相间短路中不存在不同相同编号分支发生的中性点侧小匝数相间短路这种故障类型;而端部故障导致的相间短路中存在上述故障类型。

将图2的主保护总体配置方案中的传统裂相横差保护换成不完全裂相横差保护,就得到图3所示的主保护总体配置方案。单从灵敏性来看,图3的主保护总体配置方案与图2的总体配置方案的灵敏性相差不大,彼此互有优劣。其主要优点是CT配置显得简单,不完全裂相横差保护和不完全纵差保护共用同一个CT的不同的二次绕组;其缺点是对端部故障导致的相间短路存在保护死区。

表5 1号发电机对于同槽故障各种主保护方案的组合不能动作故障数及其性质

主保护方案的组合	代号	具体连接形式	不能动作故障数	匝间短路					相间短路
				相同分支				不同分支	
				1匝	3匝	5匝	7匝		
一横一纵	A+C	A:12-3-45与C:12-45	136	105	30	1	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24	133	105	26	2	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25	142	105	34	3	0	0	0
两横一纵	A+B1+C	A:12-3-45与C:12-45与B:12-3-45	112	102	9	1	0	0	0
		A:12-3-45与C:12-45与B:45-123	111	102	9	0	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24与B:15-234	111	102	8	1	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24与B:24-135	106	91	14	1	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25与B:14-235	105	91	13	1	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25与B:25-134	105	91	12	2	0	0	0
	A+B2+C	A:12-3-45与C:12-45与B2:12-45	120	101	19	0	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24与B2:15-24	105	88	16	1	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25与B2:14-25	99	75	23	1	0	0	0

表6 1号发电机对于端部故障各种主保护方案的组合不能动作故障数及其性质

主保护方案的组合	代号	具体连接形式	不能动作故障数	匝间短路					相间短路	
				相同分支				不同分支		
				2匝	4匝	6匝	7匝			其它
一横一纵	A+C	A:12-3-45与C:12-45	129	105	8	0	0	0	0	16
		A:15-3-24与C:15-24	133	103	12	0	0	0	0	18
		A:14-3-25与C:14-25	124	101	9	0	0	0	0	14
两横一纵	A+B1+C	A:12-3-45与C:12-45与B1:12-3-45	69	65	4	0	0	0	0	0
		A:12-3-45与C:12-45与B1:45-123	70	65	5	0	0	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24与B1:15-234	69	65	4	0	0	0	0	0
		A:15-3-24与C:15-24与B1:24-135	60	54	6	0	0	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25与B1:14-235	59	54	5	0	0	0	0	0
		A:14-3-25与C:14-25与B1:25-134	59	53	6	0	0	0	0	0
	A+B2+C	A:12-3-45与C:12-45与B2:12-45	54	32	6	0	0	0	0	16
		A:15-3-24与C:15-24与B2:15-24	66	38	10	0	0	0	0	18
		A:14-3-25与C:14-25与B2:14-25	61	39	8	0	0	0	0	14

注:表5、表6中“代号”一栏的“A”代表两套零序电流型横差保护,“B1”代表传统裂相横差保护,“B2”代表不完全裂相横差保护,“C”代表两套不完全纵差保护,“A+C”代表两套零序电流型横差保护与两套不完全纵差保护的组合,依次类推。

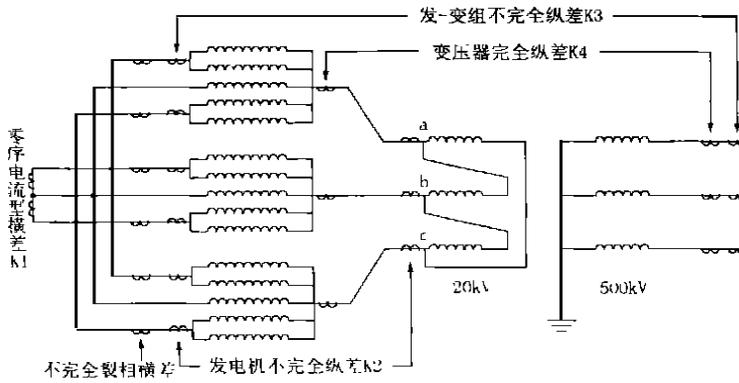


图 3 三峡电站 1 号发电机内部故障主保护及电流互感器总体配置方案三

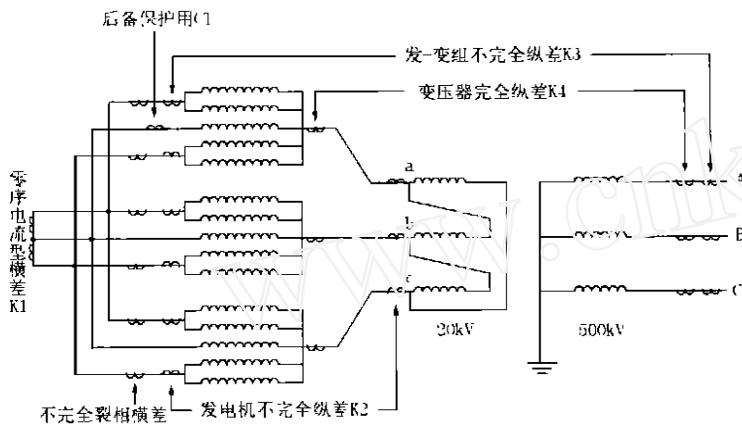


图 4 三峡电站 1 号发电机内部故障主保护及电流互感器总体配置方案四

由于后备保护的需要,需引出发电机中性点侧相电流,这就需要在发电机每相绕组的第三分支中性点侧装 CT,如图 4 所示。而发电机机端侧相电流已引出(发电机不完全纵差保护需要),此时计算一下完全纵差保护的灵敏度是很方便的,因为对于现在的微机保护来说,关键是采集数据,多计算一组差动判据是不成问题的。完全纵差保护对三峡电站 1 号发电机所有由同槽和端部交叉故障导致的相间短路都能灵敏动作(如表 1、表 2 所示),恰好能对两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护和两套不完全纵差保护的组合起到很好的补充作用,消除其对相间短路的保护死区。而两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护的组合对所有的相间短路都能灵敏动作(如表 5、表 6 所示),完全纵差保护的加入不起任何补充作用,因此对于图 2 所示的主保护总体配置方案,不需再计算完全纵差保护的灵敏度。图 2 和图 4 的电流互感器的数目和安装位置相同,但用途不同:图 4 中发电机每相绕组第三分支中性点侧 CT 是为后备保护服务的,而图 2 中发电机每相绕组第三分支中性点侧

CT 则同时为传统裂相横差保护和后备保护服务。

#### 4 三峡电站 1 号发电机内部故障主保护配置方案的初步结论

(1) 为兼顾定子绕组短路和机端引线短路,保护方案的组合中既要包括横差保护,又要包括纵差保护,因为无论零序电流型横差保护或裂相横差保护,均不反应机端引线短路。

(2) 两套零序电流型横差保护和两套不完全纵差保护的组合,期望当发电机、变压器及其连线任一点发生短路时总有两套及以上主保护能灵敏动作,迅速跳开发一变组高压断路器;其 CT 配置也非常简单,并已在多座电站的大机组上运行,有丰富的运行、维护经验。

(3) 对于现在的微机保护来说,关键是采集数据,多计算一组差动判据是不成问题的。而两套零序电流型横差保护、两套不完全纵差保护和裂相横差保护的组合的灵敏性要好于两套零序电流型横差保护和两套不完全纵差保护的组合的灵敏性,所以应采用“两横一纵”的组合,即两套零序电流型横差保护、两套不完全纵

差保护和裂相横差保护进行组合。

(4) 在裂相横差保护构成方式的选择上,不应单纯依据灵敏性,因为各种主保护方案自身灵敏性的大小并不唯一决定其与其它主保护方案之间的互补性。两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护、两套不完全纵差保护进行组合与两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合的灵敏性相差不大,彼此互有优劣。

(5) 对于两套零序电流型横差保护、不完全裂相横差保护、两套不完全纵差保护组合不能动作的相间短路故障,可以通过完全纵差保护来起到很好的补充作用(多计算一组差动判据是不成问题的),使其灵敏性要优于两套零序电流型横差保护、传统裂相横差保护和两套不完全纵差保护的组合。所需做的事情是增加中性点侧 CT 的数量,而这同时也是必须的,因为后备保护需要引出中性点侧相电流。

(6) 根据以上讨论,提出发电机—变压器内部故障主保护总体配置方案如图 4 所示,采用“两横一纵”的组合,即两套零序电流型横差保护、不完全裂

相横差保护和两套不完全纵差保护进行组合的方案,图4中同时表明与这些主保护相关的电流互感器的数目和安装位置。图4和图2电流互感器的数目和安装位置相同,但用途不同。

#### 参考文献:

- [1] 王维俭,桂林,王祥珩,张学深. 三峡电站1号发电机内部故障主保护配置方案综观. 继电器,2001,29(1).
- [2] 桂林,王祥珩,王维俭,张学深. 三峡电站1号发电机内部故障主保护配置方案的研究. 继电器,2001,29(2).
- [3] 王维俭,刘俊宏. 大型发电机变压器继电保护的现状与发展. 电力系统自动化,1997,21(6).
- [4] 王维俭,桂林,王祥珩. 三峡电站不完全裂相横差保护的灵敏度分析. 电力自动化设备,2001.

- [5] 高景德,王祥珩,李发海. 交流电机及其系统的分析. 北京:清华大学出版社,1993.
- [6] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用. 北京:中国电力出版社,1996.

收稿日期: 2001-04-04

作者简介: 桂林(1974-),男,博士研究生,研究方向为大型发电机内部故障分析及其保护; 王祥珩(1940-),男,教授,博士生导师,研究领域为电机分析和控制、电机故障及保护、电气传动及其自动化等; 王维俭(1930-),男,教授,长期从事电气主设备继电保护的教学和科研工作; 张学深(1964-),男,硕士,高级工程师,从事电力主设备保护的设计、研究工作。

### Reconsideration of the main protection scheme of internal faults for No. 1 generator in the Three Gorges power station

GUI Lin<sup>1</sup>, WANG Xiang-heng<sup>1</sup>, WANG Wei-jian<sup>1</sup>, ZHANG Xue-shen<sup>2</sup>

(1. Tsinghua University, Beijing 100084; 2. Xuchang Relay Research Institute, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** Based on the simulation of all kinds of slot and end faults of No. 1 generator in the Three Gorges Power Station, the paper analyzes the difference of sensitivity between the combination of two kinds of zero - sequence current transverse differential protection, incomplete split - phase transverse differential protection and two kinds of incomplete longitudinal differential protection and the combination of two kinds of zero - sequence current transverse differential protection, traditional (complete) split - phase transverse differential protection and two kinds of incomplete longitudinal differential protection. Then the main protection scheme of internal faults is proposed for No. 1 generator in the Three Gorges Power Station.

**Keywords:** generator; internal faults; main protection schemes and their combination; advantages complement; traditional (complete) and incomplete split - phase transverse differential protection

(上接第9页)

在假定同序网中各阻抗的阻抗角相等的前提下,各电流分布系数均为小于1的实数,且有以下关系:

$$C_{m1} + C_{s1} + C_{n1} = 1, \quad C_{m0} + C_{s0} + C_{n0} = 1$$

收稿日期: 2001-03-12

基金项目: 中华电力教育基金会许继奖教金资助项目。

作者简介: 高厚磊(1963-),男,博士,副教授,主要从事电力系统继电保护、GPS在电力系统应用方面的教学和科研工作; 江世芳,男,教授,博士生导师,长期从事电力系统继电保护等方面的教学和科研工作。

### Study on new criterion of current differential protection for Teed lines

GAO Hour-lei, JIANG Shi-fang

(Shandong University, Jinan 250061, China)

**Abstract:** According to the fault characteristics of Teed line, a new fault components based operation criterion of current differential protection is proposed in this paper. This criterion has the features of high sensitivity, strong ability to stand arc resistance to internal faults, and stable to external faults. Load currents have no affection to its operation performance. It is also suitable for the situation with current flowing out during internal faults. The criterion's theoretical analysis, application requirements and digital simulation results are provided in the paper.

**Keywords:** Teed lines; current differential protection; fault components; operation criterion