

转子一点接地保护双重化配置研究

刘小波,刘万斌,包明磊,张志勇

(国电南京自动化股份有限公司,江苏 南京 210032)

摘要:提出了转子一点接地保护双重化配置方案,保护配置由注入直流转子一点接地保护和注入交流转子一点接地保护构成。这2套保护可同时配合使用,也可以独立使用。阐述了2套保护的基本原理和计算接地电阻的方法。对所提保护方案的进行测试,测试结果表明:对于注入交流转子一点接地保护而言,当接地位置位于励磁绕组中间时,接地电阻测量误差较小,一般情况下,励磁绕组电感对保护接地电阻测量的影响可以忽略不计;接地电阻小于 $1\text{ k}\Omega$ 时,直流回路对于接地电阻测量的影响不大;当接地电阻大于 $1\text{ k}\Omega$ 时,需考虑直流回路电阻对接地电阻的补偿;注入交流转子一点接地保护受励磁绕组对地电容的影响较大,当接地电容大于 $5\text{ }\mu\text{F}$ 时,能准确测量小接地电阻;但是当接地电阻大于 $10\text{ k}\Omega$ 时,受保护装置AD分辨率影响,测量电阻不稳定,波动较大。可见,注入交流转子保护对小电阻接地的测量相对更为精确;注入直流转子保护对大电阻接地的测量更为稳定。

关键词:转子接地;注入直流;注入交流;双重化配置;继电保护

中图分类号: TM 77

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2013.10.028

0 引言

转子接地保护是发变组保护系统的重要组成部分,汽轮发电机和水轮发电机均应装设转子一点接地保护。转子一点接地保护原理可分为注入式和非注入式2类。非注入式原理依靠励磁绕组本身的电气量构成保护判据,如切换采样式(乒乓式)原理;注入式原理则需要外加辅助电源,给转子绕组对地注入电压,采集相关电气量构成保护判据,如注入直流电压原理、注入交流电压原理和注入方波电压原理^[1-12]。

目前大型发变组的保护方案要求采用双重化配置,转子接地保护由于保护原理的原因只能双重化配置单套运行,即采用一套运行一套备用方式,需要时通过人工带电切换。国内外发变组保护中实现转子一点接地保护的双套运行一直是个无法解决的难题,针对这个难题,本文提出了交直流注入式转子一点接地保护的双重化配置方案,保护配置由注入直流转子一点接地保护和注入交流转子一点接地保护构成,2套保护可同时并列运行,也可以独立使用。

1 转子一点接地保护双重化配置基本原理

转子一点接地保护双重化配置如图1所示,由注入交流转子一点接地保护和注入直流转子一点接地保护构成。图中, L_E 为励磁绕组; C_g 、 R_g 为励磁绕组对地电容和接地电阻。注入直流转子一点接地保护,50 V直流电压通过切换电阻 R_4 、 R_5 注入励磁绕组负端与大轴之间,由电子开关切换得到的开电流和合电流,计算励磁绕组接地电阻。注入交流转子

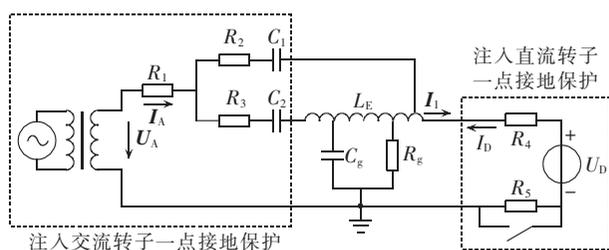


图1 转子一点接地保护双重化配置原理示意图

Fig.1 Schematic diagram of dual-configured rotor one-point grounding protection

一点接地保护,由外加50 Hz电源通过 R_1 、 R_2 、 R_3 、 C_1 和 C_2 向转子回路注入幅值为50 V左右的工频电压信号,该电压信号对称地注入到转子回路的正负极,取图示对地的交流电压 U_A 和回路电流 I_A ,计算得到转子绕组回路对地的阻抗,通过一定的补偿,进而计算出转子绕组回路对地的电阻。

由保护双重化配置原理,2套保护同时投入使用,对注入直流转子一点接地保护而言,由于 C_1 、 C_2 的隔直作用,使得直流分量不会进入交流注入回路,但交流分量会流入到直流注入回路。图2(a)为注入直流转子一点接地保护单独运行时漏电流 I_D 仿真图,随着电子开关的开合, I_D 的幅值大小会发生变化。由于励磁绕组对地电容的存在,在电子开关切换的瞬间, I_D 有一个衰减的暂态过程,在采样计算时,需躲开这个暂态过程。

图2(b)为2套保护同时运行时 I_D 的仿真图,由于有交流量注入直流回路,在 I_D 中注入有交流分量;又因为电子开关的切换,导致电路结构发生变化,从而使得交流分量幅值在2种状态下也有所不同。因此检测到的开电流和合电流中含有交流,需要采取相

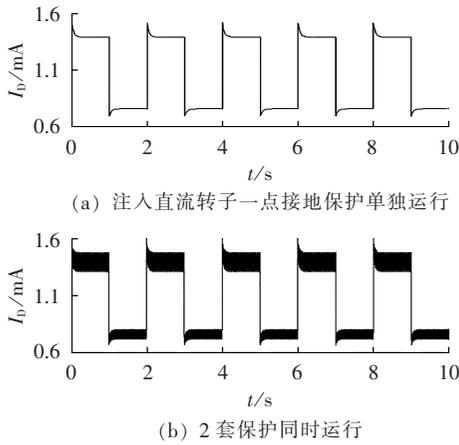


图 2 漏电流 I_D 的仿真结果
Fig.2 Simulative results of I_D

应的措施滤除这种交流分量。

注入交流转子一点接地保护单独运行时,所采样的交流电流和交流电压呈现稳态正弦变化,如图 3(a)、(b)所示。当 2 套保护同时运行时,随着电子开关的切换,交流电流和电压呈现周期性变化,而且在电子开关切换瞬间,交流电流、电压有一个明显的暂态过程,如图 3(c)、(d)所示。由图 3(a)、(c)可以看出,2 套保护同时运行时,交流电流幅值比单独

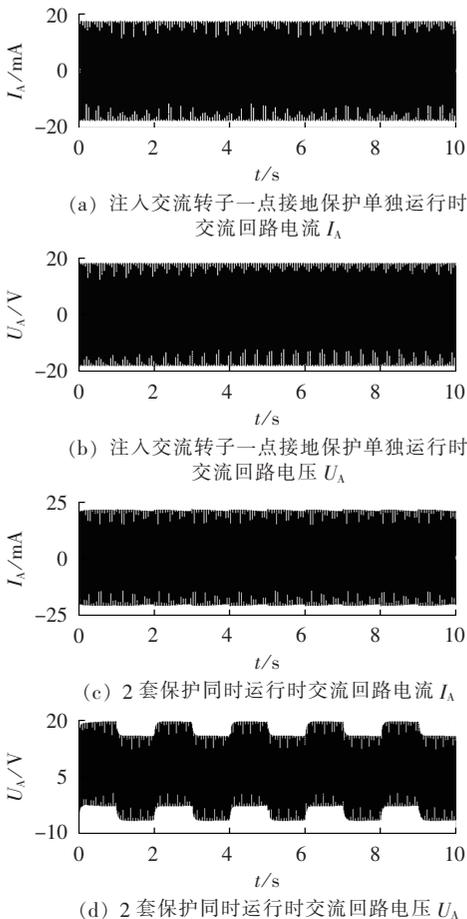


图 3 交流回路交流电流和交流电压仿真图
Fig.3 Simulative current and voltage of AC circuit

运行时有所增加,说明交流电源负载变大,这是直流回路造成的。

由此,可以得到以下几点结论:

- a. 由于电子开关开合引起交流电流和电压呈现周期性变化,需跟踪电子开关的开合状态;
- b. 在计算采样电流、电压时,需要躲过电子开关切换时的暂态过程;
- c. 交流分量会流入直流注入回路,因此,注入交流转子一点接地保护所计算的接地电阻,需要对直流注入回路的切换电阻进行补偿。

2 转子一点接地保护双重化配置方案

2.1 双原理转子一点接地保护接地电阻算法

2.1.1 注入直流转子一点接地保护

如图 1 所示,给励磁绕组负端注入一个直流电压 $U_D=50\text{ V}$,设正常运行时励磁绕组对地阻抗为无穷大,且认为在电子开关开合过程中励磁电压 E 保持不变。如果在励磁绕组某一点经 R_g 接地,则故障点距励磁绕组负端的电动势为 αE 。当 2 套保护同时运行时,由图 1 可知,由于 C_1 、 C_2 的隔直作用,使得直流分量不会进入交流注入回路,则注入直流转子一点接地保护^[13-14]等效电路如图 4 所示。

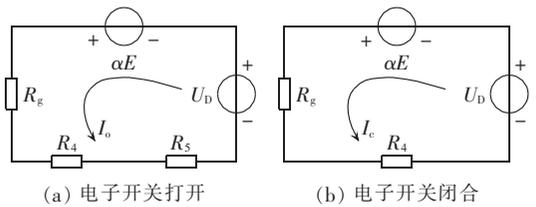


图 4 注入直流转子一点接地保护等效电路图

Fig.4 Equivalent circuit of rotor one-point grounding protection with DC-injection

图 4 中, $R_4=R_5=R$,由图 4 列写回路方程如下:

$$\begin{cases} U_D + \alpha E = I_o(R_g + 2R) \\ U_D + \alpha E = I_c(R_g + R) \end{cases} \quad (1)$$

由式(1)得:

$$R_g = \frac{2I_o - I_c}{I_c - I_o} R \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{I_o I_c R}{(I_c - I_o) E} - \frac{U_D}{E} \quad (3)$$

其中, R_g 为接地电阻; I_o 、 I_c 分别为电子开关开、合状态下的回路测量漏电流; R 为直流回路接入电阻。

由式(2)、(3)可以得到接地电阻及对应的故障点位置。

2.1.2 注入交流转子一点接地保护

由图 1 可知, 50 Hz 交流电压经 R_1 、 R_2 、 R_3 、 C_1 和 C_2 注入到励磁绕组和地之间,2 套保护同时运行时,如果在励磁绕组某处经 R_g 接地,交流电流不仅流经接地电阻 R_g 和对地电容 C_g ,同时也流过直流注入回

路,其等效电路如图 5 所示。

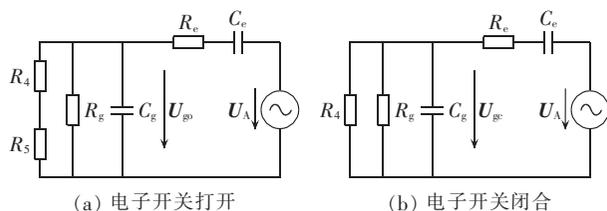


图 5 注入交流转子一点接地保护等效电路图

Fig.5 Equivalent circuit of rotor one-point grounding protection with AC-injection

图 5 中, R_e 和 C_e 分别为 R_1 、 R_2 、 R_3 和 C_1 、 C_2 的等效电阻和等效电容; $R_4=R_5=R$, 为直流回路注入电阻。

当电子开关打开时,由图 5(a)可得:

$$U_{g0} = U_A - I_{A0} [R_e - j/(\omega C_e)] \quad (4)$$

$$R_{g0} = \frac{1}{\text{Re}(I_{A0}/U_{g0})} \quad (5)$$

其中, I_{A0} 为此状态下的交流回路电流。

考虑直流回路的补偿,则有:

$$R_g = \frac{2RR_{g0}}{2R - R_{g0}} \quad (6)$$

当电子开关闭合时,由图 5(b)可得:

$$U_{g0} = U_A - I_{Ac} [R_e - j/(\omega C_e)] \quad (7)$$

$$R_{g0} = \frac{1}{\text{Re}(I_{Ac}/U_{g0})} \quad (8)$$

其中, I_{Ac} 为此状态下的交流回路电流。

考虑直流回路的补偿,则有:

$$R_g = \frac{RR_{g0}}{R - R_{g0}} \quad (9)$$

由式(6)和(9)得:

$$R_g = \frac{R_{g0}R_{g0}}{2R_{g0} - R_{g0}} \quad (10)$$

由式(10)可见,接地电阻由电子开关打开时计算的未补偿电阻 R_{g0} 和电子开关闭合时计算的未补偿电阻 R_{g0} 确定,不受回路电阻 R 的影响。

2.2 双原理转子一点接地保护协调机制

图 6 为双原理转子一点接地保护协调机制示意

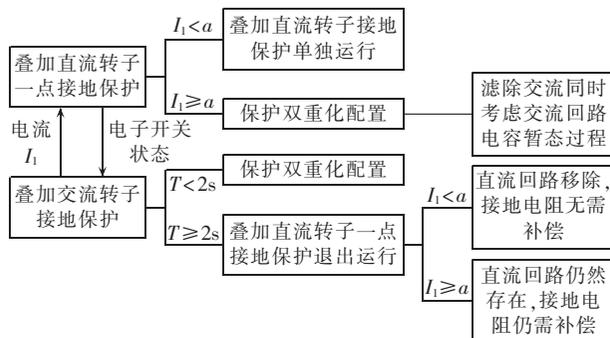


图 6 双原理转子一点接地保护协调机制示意图

Fig.6 Schematic diagram of cooperative mechanism of dual-configured rotor one-point grounding protection

图。图中, T 为电子开关切换时间; I_1 为交流回路流入直流回路的交流分量; a 为交流注入到直流回路的电流阈值,通过试验观察得到,在空载状态下 (R_g 为无穷大)时,由于电子开关的切合, a 为 0.5~0.7 mA,在负载状态下, a 约为 0.11~0.35 mA,本文 a 取 0.1 mA,且为装置内部整定。

由图 6 可以得出以下几点结论。

(1) 由于交流回路中电容 C_1 、 C_2 的存在,直流分量不能进入交流回路,注入直流转子接地保护不会受到交流回路结构的影响,只需滤除进入直流回路的交流分量,同时要考虑电容 C_1 、 C_2 对直流回路电子开关切换暂态过程的影响。

(2) 交流分量进入直流回路,需要对接地电阻进行补偿。注入交流转子一点接地保护引入了电子开关状态,当检测到电子开关切换正常时,采用式(10)进行计算;当检测到电子开关状态不正常时(切换间隔时间大于 2 s),则认为注入直流转子一点接地保护掉电或退出运行。

(3) 电子开关状态不正常可分为 2 种情况,由 I_1 来判别:

a. $I_1 \geq a$ 时,注入直流保护退出运行但直流回路没有移开,采用式(4)~(6)计算接地电阻;

b. $I_1 < a$ 时,注入直流保护退出运行且直流回路已经移开,无需进行补偿,故采用式(4)、(5)计算接地电阻。

3 保护原理测试及分析

方案采用 2 台 DGT801D 保护装置作为保护原理测试机箱,其中一台采用注入直流转子一点接地保护,另一台采用注入交流转子一点接地保护。试验接线如图 1 所示。试验时考虑励磁绕组电感对注入交流转子一点接地保护的影响,励磁绕组全电感设为 $L=40$ mH,表 1 为接地位置(α)与接地点距励磁绕组正、负端电感值对应表;同时考虑励磁绕组对地电容的影响, $C_g=1\sim4$ μ F。考虑到实际应用中接地电阻定值通常整定为 10 k Ω (火电机组)与 2 k Ω (水电机组),试验中接地电阻范围为 0~20 k Ω 。

表 1 接地位置与接地点距励磁绕组正、负端电感值对应表

Tab.1 Grounding position and inductance value between grounding point and plus or minus end of field winding

α	接地点距励磁绕组负端电感值/mH	接地点距励磁绕组正端电感值/mH
0	0	40
0.5	20	20
1.0	40	0

由表 2、表 3,结合试验测试过程可以得到如下结论。

表 2 直流回路电阻的补偿前后注入交流转子一点接地保护试验结果
Tab.2 Test results of grounding resistance compensation for DC loop

R_g 测量值/k Ω	α	直流回路补偿前		直流回路补偿后		R_g 测量值/k Ω	α	直流回路补偿前		直流回路补偿后	
		R_g 计算值/k Ω	误差/%	R_g 计算值/k Ω	误差/%			R_g 计算值/k Ω	误差/%	R_g 计算值/k Ω	误差/%
0	0	0.0383	3.83	0.0112	1.12	5.0	0	3.7924	-24.15	4.9132	-1.74
	0.5	0.0281	2.81	0.0102	1.02		0.5	4.4101	-11.80	4.9426	-1.15
	1.0	0.0383	3.83	0.0114	1.14		1.0	3.7578	-24.84	4.9063	-1.87
0.1	0	0.1047	4.70	0.0993	-0.70	10.0	0	5.8091	-41.91	9.7721	-2.28
	0.5	0.0984	-1.60	0.0989	-1.10		0.5	7.9887	-20.11	9.8917	-1.08
	1.0	0.0951	-4.90	0.0993	-0.70		1.0	6.8350	-31.65	9.7443	-2.56
0.5	0	0.5355	7.10	0.4942	-1.16	15.0	0	7.0649	-52.90	14.5770	-2.82
	0.5	0.4875	-2.50	0.4940	-1.20		0.5	10.9650	-26.90	14.8470	-1.02
	1.0	0.4518	-9.64	0.4941	-1.18		1.0	8.3003	-44.66	14.5150	-3.23
1.0	0	1.0138	1.38	0.9874	-1.26	20.0	0	10.3530	-48.24	19.3300	-3.35
	0.5	0.9637	-3.63	0.9880	-1.20		0.5	13.4870	-32.57	19.8080	-0.96
	1.0	0.9393	-6.07	0.9871	-1.29		1.0	11.3500	-43.25	19.2220	-3.89

表 3 试验结果
Tab.3 Test results

外加电阻/k Ω	α	叠加直流电阻($C_g=2\mu\text{F}$)		叠加交流电阻($C_g=2\mu\text{F}$)		叠加直流电阻($C_g=4\mu\text{F}$)		叠加交流电阻($C_g=4\mu\text{F}$)	
		测量值/k Ω	误差/%	测量值/k Ω	误差/%	测量值/k Ω	误差/%	测量值/k Ω	误差/%
0	0	0.0483	4.83	0.0132	1.32	0.0419	4.19	0.0112	1.12
	0.5	0.0481	4.81	0.0112	1.12	0.0495	4.95	0.0102	1.02
	1.0	0.0483	4.83	0.0144	1.44	0.0503	5.03	0.0142	1.42
0.1	0	0.0972	-2.80	0.1014	1.40	0.1064	6.40	0.1024	2.40
	0.5	0.0978	-2.20	0.1009	0.90	0.1078	7.80	0.1019	1.90
	1.0	0.0973	-2.70	0.1015	1.50	0.1063	6.30	0.1025	2.50
0.5	0	0.4907	-1.86	0.5017	0.34	0.5143	2.86	0.5048	0.96
	0.5	0.4953	-0.94	0.5007	0.14	0.5153	3.06	0.5037	0.74
	1.0	0.4961	-0.78	0.5009	0.18	0.5111	2.22	0.5050	1.00
1.0	0	0.9897	-1.03	1.0136	1.36	1.0347	3.47	0.9970	-0.30
	0.5	0.9891	-1.09	1.0105	1.05	1.0325	3.25	0.9979	-0.21
	1.0	0.9885	-1.15	1.0127	1.27	1.0337	3.37	0.9960	-0.40
5.0	0	5.0929	1.86	5.0572	1.14	5.0830	1.66	5.1050	2.10
	0.5	5.0927	1.85	5.0364	0.73	5.0917	1.83	5.1014	2.03
	1.0	5.0232	0.46	5.0623	1.25	5.0832	1.66	5.1023	2.05
10.0	0	10.206	2.06	10.183	1.83	10.288	2.88	9.6013	-3.90
	0.5	10.224	2.24	10.107	1.07	10.224	2.24	9.7437	-2.56
	1.0	10.236	2.36	10.160	1.60	10.256	2.56	9.6097	-3.90
15.0	0	15.232	1.55	15.373	2.49	15.151	1.01	14.114	-5.91
	0.5	15.221	1.47	15.278	1.85	15.152	1.01	14.238	-5.08
	1.0	15.280	1.87	15.370	2.47	15.298	1.99	14.170	-5.53
20.0	0	20.021	0.11	20.217	1.08	20.560	2.80	18.742	-6.29
	0.5	20.124	0.62	20.210	1.05	20.524	2.62	18.790	-6.05
	1.0	20.350	1.75	20.210	1.05	20.554	2.77	18.730	-6.35

a. 对于注入交流转子一点接地保护而言,当接地位置位于励磁绕组中间时,接地电阻测量误差较小,但一般情况下,励磁绕组电感对保护接地电阻测量的影响可以忽略不计。

b. 对于注入交流转子一点接地保护而言,小电阻(1 k Ω 以下)接地时,直流回路对于接地电阻测量的影响不大;当接地电阻大于 1 k Ω 时,需考虑直流回路电阻对接地电阻的补偿。

c. 注入交流转子一点接地保护受励磁绕组对地电容 C_g 的影响较大,当接地电容大于 5 μF 时,小电阻接地能准确测量;当接地电阻大于 10 k Ω 时,受保护装置 AD 分辨率影响,测量电阻不稳定,波动较大。

d. 注入交流转子保护对小电阻接地的测量相对更为精确;注入直流转子保护对大电阻接地的测量更为稳定。

4 结语

针对转子一点接地保护双重化问题,本文提出了转子一点接地保护双重化配置方案。这种配置方案具有以下优点。

a. 2 种原理的保护装置之间接线简单,无需运算复杂的桥电路。

b. 能够实现对转子绕组 100% 接地保护,转子绕组上任何一点接地,保护灵敏度相近。

c. 2 套保护均采用注入式原理,实现转子一点接地保护在停机或开机状态下的并列运行,并且均能对转子绕组的绝缘进行监测。

d. 2 套保护既可以同时投入运行,也可以单独运行;一套保护退出运行时,另一套能自动识别,不影响自身的运行。

文献[1,15-16]指出:注入交流转子一点接地保护受转子绕组对地电容的影响大,当转子绕组对地电容较大时,保护灵敏度较低。笔者在保护原理的试验测试过程中,也发现了同样的问题。当对地电容 $C_g=4\ \mu\text{F}$ 时,其 50 Hz 的对地容抗为 $0.79\ \text{k}\Omega$,因此当接地电阻 $R_g>10\ \text{k}\Omega$ 时,难以准确测量。但若注入交流转子一点接地保护的外加电源频率(如采用 20 Hz),将有利于提高保护灵敏度。

参考文献:

- [1] 王维俭. 电气主设备继电保护原理与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2002:267-277.
- [2] 郭光荣. 发电机转子励磁绕组接地保护[J]. 电力系统自动化,2003,27(20):73-76.
GUO Guangrong. The earth-fault protection for generator rotor field coil[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,27(20):73-76.
- [3] 姚翔. 发电机转子一点接地乒乓式微机保护的研究[J]. 电力自动化设备,2000,20(6):27-28.
YAO Xiang. Study on ping pong type microcomputer protection for one-point grounding fault of generator exciting rotor[J]. Electric Power Automation Equipment,2000,20(6):27-28.
- [4] 夏勇军,尹项根,杨经超,等. 发电机乒乓式转子接地保护电路设计[J]. 电力自动化设备,2004,24(12):52-55.
XIA Yongjun,YIN Xianggen,YANG Jingchao,et al. Circuitry design of ping-pong type grounding fault protection for generator rotor[J]. Electric Power Automation Equipment,2004,24(12):52-55.
- [5] 张侃君,尹项根,陈德树. 乒乓式励磁绕组接地保护若干问题的探讨[J]. 电力系统自动化,2006,30(11):56-60.
ZHANG Kanjun,YIN Xianggen,CHEN Deshu. Issues of ping-pong type protection for ground fault in field winding [J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(11):56-60.
- [6] 卢继平,张向军,王晓健,等. 交流励磁发电机转子绕组一点接地保护[J]. 继电器,2008,36(1):5-8.
LU Jiping,ZHANG Xiangjun,WANG Xiaojian,et al. Rotor winding one point to ground fault protection for AC-excited generators [J]. Relay,2008,36(1):5-8.
- [7] 陈建文. 发变组微机保护双重化配置探讨[J]. 继电器,2004,32(12):76-78.
CHEN Jianwen. Discussion on the generator-transformer unit duplicate sets of digital protection scheme[J]. Relay,2004,32(12):76-78.
- [8] 郑茂然,陈建玉,吴崇昊,等. 综合式发电机励磁回路接地保护原理的研究[J]. 电力系统自动化,2007,31(增刊):329-332.
ZHENG Maoran,CHEN Jianyu,WU Chonghao,et al. Study on comprehensive excitation loop grounding protection principle[J]. Automation of Electric Power Systems,2007,31(Supplement):329-332.
- [9] 邵红权. 转子一点接地保护误发信号原因分析[J]. 继电器,2004,32(6):60-64.
SHAO Hongquan. Analysis of misoperation of rotor one-point grounding protection[J]. Relay,2004,32(6):60-64.
- [10] 徐立明,赵斌,唐云龙,等. 采用动态测量技术实现转子一点接地保护[J]. 继电器,2006,34(17):18-19.
XU Liming,ZHAO Bin,TANG Yunlong,et al. Realizing rotor grounding protection by adopting dynamic measurement [J]. Relay,2006,34(17):18-19.
- [11] 吕永东,张黎. JD-13 型转子两点接地保护误动分析及对策[J]. 电网技术,2002,26(2):84-87.
LÜ Yongdong,ZHANG Li. Analysis of mis-operation in JD-13 type of protection against dual grounding fault of rotor winding and its solution[J]. Power System Technology,2002,26(2):84-87.
- [12] 刘君,朱健,李岩松,等. 发电机转子接地故障监测系统研制与开发[J]. 电力自动化设备,2001,21(10):1-2,29.
LIU Jun,ZHU Jian,LI Yansong,et al. R&D of fault supervision system for generator rotor[J]. Electric Power Automation Equipment,2001,21(10):1-2,29.
- [13] 丁俊健,刘万斌,李莉. 拉西瓦 700 MW 大型水轮机组发变组保护应用[J]. 电力自动化设备,2012,32(2):145-148.
DING Junjian,LIU Wanbin,LI Li. Application of generator-transformer protection in Laxiwa 700 MW large hydraulic turbine set [J]. Electric Power Automation Equipment,2012,32(2):145-148.
- [14] 李莉,刘万斌,李玉海. 1000 MW 发电机组保护的配置及选型的研究[J]. 华电技术,2008,30(8):8-12.
LI Li,LIU Wanbin,LI Yuhai. Protection configuration and type selection for 1000 MW generator set[J]. Huadian Technology,2008,30(8):8-12.
- [15] 毕大强,徐振宇. 发电机励磁回路接地保护新原理的研究[J]. 继电器,2000,28(7):37-40,54.
BI Daqiang,XU Zhenyu. A study into a new ground fault protection criterion for field winding of generator[J]. Relay,2000,28(7):37-40,54.
- [16] 陈俊,王光,严伟,等. 关于发电机转子接地保护几个问题的探讨[J]. 电力系统自动化,2008,32(1):90-92,102.
CHEN Jun,WANG Guang,YAN Wei,et al. Study on issues of generator rotor earth fault protection[J]. Automation of Electric Power Systems,2008,32(1):90-92,102.
- [17] 陆于平,李鹏,赵永彬. 1000 MW 发电机变压器组保护容错设计和配置[J]. 电力科学与技术学报,2008,23(4):19-26.
LU Yuping,LI Peng,ZHAO Yongbin. A study on fault-tolerant protection design and configuration for the 1000 MW generator transformer unit [J]. Journal of Electric Power Science and Technology,2008,23(4):19-26.
- [18] 陆于平,陈月亮,李玉海. 数字主设备保护双套化技术实现[J]. 电力自动化设备,2003,23(4):6-11.
LU Yuping,CHEN Yuehang,LI Yuhai. Duplication mechanism of digital protection for main equipment[J]. Automation of Electric Power Systems,2003,23(4):6-11.

- [19] 杨莉. 百万千瓦级机组发电机变压器组继电保护配置探讨[J]. 电力自动化设备, 2006, 26(10): 110-113.
YANG Li. Discussion on protection configuration of 1000 MW generator-transformer unit[J]. Electric Power Automation Equipment, 2006, 26(10): 110-113.
- [20] 王维俭, 桂林, 毕大强. 大型发电机—变压器组继电保护的探讨[J]. 中国电力, 2001, 34(1): 39-43, 88.
WANG Weijian, GUI Lin, BI Daqiang. Discussion on relay protection for large power generator-transformer unit[J]. Electric Power, 2001, 34(1): 39-43, 88.

作者简介:

刘小波(1978-), 男, 江苏如东人, 工程师, 硕士, 从事电厂继电保护开发研究工作(**E-mail**:xiaobo-liu@sac-china.com);
刘万斌(1964-), 男, 安徽滁州人, 高级工程师, 从事电厂继电保护开发研究工作;
包明磊(1977-), 男, 江苏南京人, 工程师, 硕士, 从事电厂继电保护开发研究工作(**E-mail**:minglei-bao@sac-china.com);
张志勇(1973-), 男, 江苏连云港人, 工程师, 从事电厂继电保护开发研究工作。

Dual-configuration of rotor one-point grounding protection

LIU Xiaobo, LIU Wanbin, BAO Minglei, ZHANG Zhiyong

(Guodian Nanjing Automation Co., Ltd., Nanjing 210032, China)

Abstract: A dual-configuration scheme is proposed for rotor one-point grounding protection, which is composed of the rotor one-point grounding protection with DC-injection and the rotor one-point grounding protection with AC-injection. Each protection can operate independently or cooperatively with the other one. Its basic operating principle and the calculation of grounding resistance are introduced. The test results show that, for the rotor one-point grounding protection with AC-injection, the error of its grounding resistance measurement is small when the grounding point is located in the middle of excitation winding; the influence of excitation winding inductance on the measurement can normally be ignored; the influence of DC loop on the measurement is little when the grounding resistance is less than 1 k Ω , otherwise it should be compensated; the grounding capacitance of excitation winding has great influence on the measurement, and only the grounding resistance less than 10 k Ω can be accurately measured when the grounding capacitance is greater than 5 μ F, otherwise it fluctuates obviously due to the AD resolution of protection. Conclusion: the grounding resistance less than 10 k Ω can be more accurately measured by the rotor one-point grounding protection with AC-injection while the grounding resistance greater than 10 k Ω can be more stably measured by the rotor one-point grounding protection with DC-injection.

Key words: rotor grounding; injecting DC power; injecting AC power; double configuration; relay protection

(上接第 161 页 continued from page 161)

Interface simulation platform of stability control device in dynamic simulation of power system

ZHOU Bowen¹, YANG Jun¹, SONG Xinli², WU Guoyang², SUN Yuanzhang¹

(1. School of Electrical Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China;

2. China Electric Power Research Institute, Beijing 100085, China)

Abstract: Aiming at the shortness of SCD (Stability Control Device) model used in common simulation programs, an SCD model for the dynamic simulation of power system is proposed with its modeling methods and its ISP (Interface Simulation Platform) is developed. The combined calculation of ISP in PSASP is implemented via UPI and the transient stability simulation is carried out. Results show that, the combined simulation of ISP and PSASP represents the working process of actual SCD more accurately and reflects the dynamic behavior of power system during faults more factually.

Key words: stability control device; models; interface simulation platform; transient stability; PSASP; computer simulation