

电厂发电机变压器组保护的改造

刘维锋¹, 杜成康², 金启超³, 姚卫兵³, 韦 东³

(1. 射阳港发电有限责任公司, 江苏 盐城 224346;

2. 广西长洲水电开发有限责任公司, 广西 梧州 543002;

3. 南京南自电力控制系统工程有限公司, 江苏 南京 210003)

摘要: 根据运行经验和继电保护实施细则, 制定了射阳港电厂 1、2 号发电机变压器组保护进行双重化改造的方案。2 套保护在互感器、工作电源和出口回路上独立, 每套保护的主保护、后备保护和非电量保护完整。对低励失磁保护、过激磁保护、过电压保护、定子接地保护和断路器失灵保护在实际运行中存在的影机组安全稳定运行的问题进行了分析, 并结合双重化改造提出了原理和应用上的改进措施。实践表明, 双重化改造后的机组保护是安全可靠的。

关键词: 继电保护; 发电机变压器组保护; 双重化配置; 低励失磁保护

中图分类号: TM 772

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)10-0117-03

射阳港电厂装有 4×137.5 MW 火力发电机组, 是江苏第一座沿海发电厂。发电机和主变保护设备原采用集成电路型保护装置, 由于其运行时间长、抗干扰能力弱、缺陷较多、可靠性较差等原因, 在 2004 年机组检修时, 射阳港发电公司根据国家电力公司 2002 年发布的《“防止电力生产重大事故的二十五项重点要求”继电保护实施细则》(以下简称《细则》)的要求, 在充分论证的基础上对发电机变压器组保护进行了改造。本文对发电机、变压器保护双重化改造的方案和相关保护应用中存在的问题及其解决的方案作了讨论。

1 机组保护配置方案

1.1 保护双重化配置方案

依据《细则》的明确要求: “100 MW 及以上容量

的发电机变压器组微机保护应按双重化配置(非电气量保护除外)保护”, “220 kV 及以上电压等级的主变压器微机保护应按双重化配置(非电气量保护除外)”。保护双重化配置要求每套保护均应含完整的主保护、后备保护和异常运行保护, 能反映被保护设备的各种故障及异常状态, 并能动作于跳闸或给出信号^[1-8]。这种配置既可防止装置拒动而导致故障扩大, 又可减少因保护装置异常、检修等原因造成一次设备被迫停运的现象。按照《细则》要求, 双重化配置了发电机和主变保护, 且保证了 2 套保护相互间的独立和完整, 每套保护都有完整的主保护和后备保护, 保护的工作电源、非电气量输入接点, 模拟量输入和跳闸输出回路都相互独立, 互不影响^[6-8]。

电厂一期 2 台机组发电机和主变间装设有断路器, 保护配置方案为: 发电机双重化配置, 如图 1 所示; 主变双重化配置保护, 如图 2 所示。

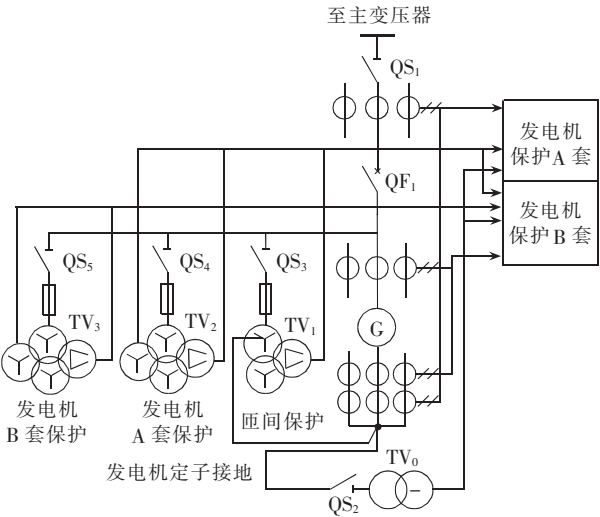


图 1 发电机保护双重化配置图

Fig.1 Redundant configuration of generator protection

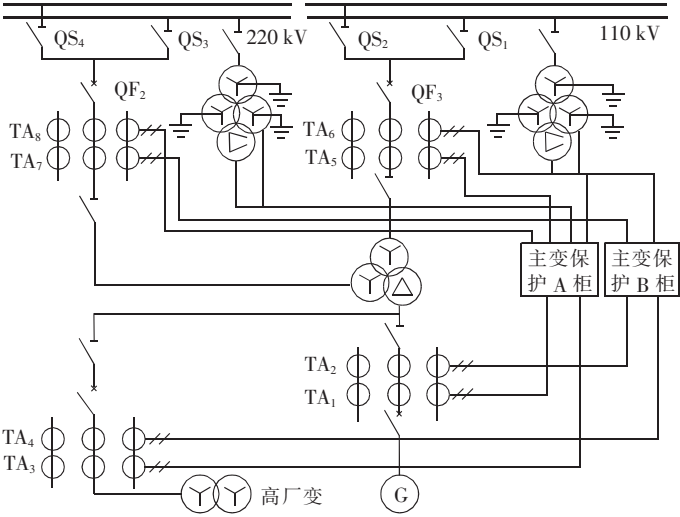


图 2 主变保护双重化配置图

Fig.2 Redundant configuration of main transformer protection

1.2 互感器回路改造方案

如图 1、2 所示,交流电流输入回路很容易满足双重化配置独立性的要求,为保证发电机保护用电压信号实现相互独立,对发电机出口电压互感器进行了更换,对机端编号为 TV₂、TV₃ 的电压互感器(TV₁ 为匝间保护专用互感器)各增加了一组二次绕组,并接成星形输出。更换后电压回路的配置情况为:TV₂ 的 2 个二次星形绕组输出电压分别接至励磁调节器 A 柜和 A 套保护装置,TV₃ 的 2 个二次星形绕组输出电压分别接至励磁调节器 B 柜和 B 套保护装置,TV₁ 的二次星形绕组输出电压分别用作 A 套和 B 套保护的备用 TV 电压。受现场空间的制约,未能对发电机中性点压变和发电机匝间保护专用 TV 进行技术改造,这样,除了匝间保护专用纵向零序电压量和中心点零序电压量外,每套保护的交流电压量输入都满足了双重化配置的独立性要求。

2 几个保护的应用问题探讨

2.1 低励失磁保护

发电机发生低励失磁后,对发电机和系统都会产生不利的影响^[2,9-10],要求低励失磁保护发出告警信号,采取措施,必要时切除发电机。

低励失磁保护采用了由转子低电压和阻抗判据作为主判据、系统低电压和机端低电压作为辅助判据的原理方案,其中转子低电压采用变励磁电压判据。保护原理如图 3 所示。

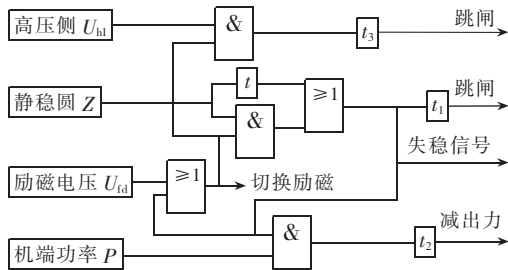


图 3 发电机低励失磁保护原理图

Fig.3 Principle of loss-of-field protection

当发生失磁故障时,由转子低电压判据,发出失磁信号、切换厂用电或切换励磁命令,使发电机在失稳前采取措施,避免事故扩大。若转子判据和静稳边界阻抗均动作,表明系统失去静稳,发出失稳信号。为减少励磁回路故障引起的停机次数,应投入发电机减出力功能,失磁保护动作后发出减出力命令,降低原动机出力,为发电机继续运行创造条件^[2,9]。当系统电压低于允许值,表明失磁危及到系统安全,保护动作于解列,以保证系统安全。

以往,机组保护动作后跳开发电机灭磁开关 S_{FM},再由 S_{FM} 开关的辅助接点完成逆变灭磁功能。如果 S_{FM} 拒动便无法灭磁,极易使发电机承受过电压危害,因此,对保护动作后强行减励回路也要进一步完善。在改造中,增加了保护出口直接对励磁自动

柜进行逆变强减和跳开励磁手动柜的直流输出开关功能,保证了发电机保护出口灭磁的可靠性。同时,将灭磁开关的常闭接点并接到励磁手动柜的降压回路中,从而使灭磁开关分开时,励磁手动柜的直流输出电压自动降低到低限输出。

2.2 过励磁保护及过电压保护

从多年来运行情况看,机组保护必须设置可靠和整定合理的过励磁保护和过电压保护,特别是当发电机在满速升压过程中,当励磁调节器故障或失灵时,会出现危险的过励磁,严重者极易造成发电机绝缘击穿事故,尤其在并网前的过励磁、过电压危害特别严重^[2]。为保证机组安全运行,应加装过励磁和过电压保护,保护可以分段设置,也可以按反时限特性和机组过励磁、过电压能力配合设置,但同时必须设置不超过 0.5 s 的过励磁和过电压保护,当在并网前发电机组出现最危险的过励磁、过电压时,保护能快速切断励磁,保证机组的安全。

为防止现场扰动造成发电机过电压保护误动,建议过电压值整定为 1.3 倍额定电压,时间整定在 5 s。这样,既可避免异常扰动导致保护误动,又能保护发电机绝缘不致受损。

2.3 定子接地保护

电厂一期发电机出口未采用全封闭母线,遇恶劣天气,易造成反应机端零序电压的定子接地保护动作。在本次改造中,由于发电机保护双重化配置,将每套保护配置灵敏段和不灵敏段定子接地保护。

灵敏段保护整定值为 6 V,不灵敏段整定值为 12 V,不灵敏段牺牲灵敏度换取了可靠性。正常运行时,2 段保护均投入运行,逢阴雨天气,退出灵敏段定子接地保护。经实际运行情况验证,效果显著。

由于数字式保护采用了频率跟踪技术和高过滤比的数字滤波后,大大增强了三次谐波电压型定子接地保护的动作可靠性,为三次谐波保护投跳闸方式创造了条件,提供了实现 100% 定子接地保护的可能,由于运行经验不足,三次谐波电压型定子接地保护目前仍投信号,待时机成熟时投入跳闸方式。

2.4 发电机断路器失灵保护

电厂一期发电机出口各装设了一只 SN4-10 少油断路器,一旦拒动,将严重威胁主设备安全运行,因此,增设了断路器失灵保护。保护原理如图 4 所示。

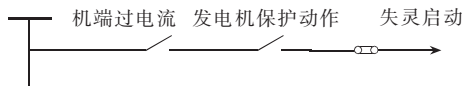


图 4 发电机断路器失灵保护原理图

Fig.4 Principle of breaker failure protection

当发生故障,发电机保护动作,发出跳闸命令,如断路器拒动,故障未被切除,失灵启动回路中,发电机保护元件和故障判别元件(机端过电流继电器)仍处于动作状态,经延时分别跳开主变高、中压侧出口开关。

3 结语

电厂的 2 台发电机变压器组保护改造后经过近 2 年运行,十分成功,解决了改造前存在的问题,使改造后的机组保护具有运行安全可靠、调试和维护方便的优点。通过本次技术改造,说明了只有保护的使用厂家和生产厂家共同努力,一切从实际出发,因地制宜,解决存在的问题,选取合理的保护原理、设置合理的保护定值和采用合理的管理方式,才能保证继电保护的安全可靠运行。

参考文献:

[1] 国家电网公司. 国家电网公司十八项电网重大反事故措施[M]. 北京:中国电力出版社,2005.

[2] 王维俭. 电气主设备继电保护的原理与应用[M]. 2 版. 北京:中国电力出版社,2002.

[3] 王维俭,桂林. 微机主设备保护认识上的几个误区[J]. 电力自动化设备,2002,22(1):1-5.

WANG Wei-jian, GUI Lin. Several misunderstandings in micro-computer main equipment protection[J]. Electric Power Automation Equipment, 2002, 22(1):1-5.

[4] 王维俭,桂林,王祥珩. 论大型发电机微机主保护设计的科学性[J]. 电力自动化设备,2002,22(2):1-5.

WANG Wei-jian, GUI Lin, WANG Xiang-heng. On the scientific design of microcomputer-based main protection for large generator[J]. Electric Power Automation Equipment, 2002, 22(2):1-5.

[5] 陆于平,吴济安,袁宇波. 主设备数字式保护技术的讨论[J]. 江苏电机工程,2003(3):6-9.

LU Yu-ping, WU Ji-an, YUAN Yu-bo. Discussion on digital protection technique of main electric apparatus[J]. Jiangsu Electrical Engineering, 2003(3):6-9.

[6] 沈全荣,何雪峰,沈俭. 大型发变组微机保护双重化配置探讨[J]. 电力系统自动化,2002,26(10):69-72.

SHEN Quan-rong, HE Xue-feng, SHEN Jian. Discussion of the

large generator-transformer unit redundant sets of protection scheme[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10): 69-72.

[7] 吴笃贵,杨恢宏. 发电机变压器组保护双重化配置方案的再讨论[J]. 电气应用,2005,24(7):29-35.

WU Du-gui, YANG Hui-hong. Further discussion on redundant configuration scheme of generator-transformer unit protection relay[J]. Electrotechnical Journal, 2005, 24(7):29-35.

[8] 孙茗,盛和乐,周刚. 大型发电机变压器组成套保护双重化配置及有关问题[J]. 电力自动化设备,2003,23(8):73-78.

SUN Ming, SHENG He-le, ZHOU Gang. Discussions on redundant configuration of ganged protection about utility-type generation-transformer unit[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(8):73-78.

[9] 周德贵,巩北宁. 同步发电机运行技术与实践[M]. 北京:中国电力出版社,2004.

[10] 刘世明,尹项根,陈德树. 发电机失磁分析及失磁保护新判据[J]. 华中理工大学学报,1999,27(6):16-18.

LIU Shi-ming, YIN Xiang-gen, CHEN De-shu. The analysis of generator lose-of-excitation and its criterion[J]. Journal of Hua-zhong University of Science & Technology, 1999, 27(6): 16-18.

(责任编辑:李 玲)

作者简介:

刘维锋(1970-),男,江苏盐城人,工程师,主要从事检修技术工作(E-mail:liu_hoo1@163.com);

杜成康(1972-),男,青海西宁人,工程师,主要从事电厂继电保护和自动化设备的研究和维护;

金启超(1971-),男,江苏丰县人,工程师,主要从事继电保护和自动装置的研究和开发;

姚卫兵(1967-),男,江苏启东人,高级工程师,主要从事电力系统自动化产品的研究和应用;

韦 东(1968-),安徽舒城人,高级工程师,主要从事电站自动化系统和调度自动化系统的研究。

Reconstruction of power plant generator-transformer protection

LIU Wei-feng¹, DU Cheng-kang², JIN Qi-chao³, YAO Wei-bing³, WEI Dong³

- (1. Sheyanggang Power Generation Co., Ltd., Yancheng 224346, China;
2. Guangxi Changzhou Hydropower Development Co., Ltd., Wuzhou 543002, China;
3. Nanjing Nanzi Electric Power Control System Co., Ltd., Nanjing 210003, China)

Abstract: According to power plant operation experiences and detailed regulations of protection implementation, a redundant reconstruction scheme for generator-transformer protection No.1 and No.2 of Sheyanggang power plant is produced. The transformer, power supply and trip circuit of two protection sets are independent and each set is completely integrated with main protection, backup protection and non-electricity protection. Problems occurred in actual operation of loss-of-field protection, overexcitation protection, overvoltage protection, stator earthing protection and breaker failure protection, which influence the safe and stable operation of power plant, are analyzed. Combined with the redundant reconstruction, improvements in principle and application are brought forward. Practices prove that the reconstruction scheme is safe and reliable.

Key words: relay protection; generator-transformer protection; redundant configuration; loss-of-field protection