

内蒙 300 MW-220 kV 发变组保护标准设计及应用

郝廷丽¹, 赵春刚², 屠黎明¹

(1. 北京四方继保自动化股份有限公司, 北京 100085; 2. 内蒙电力勘测设计院, 内蒙古 呼和浩特 010020)

摘要: 发变组保护双重化配置以后, 相对于以前的常规保护, 对互感器配置、组柜方案、保护出口及其二次接线均有不同的要求。各保护厂家针对双重化配置开发生生产的数字式保护装置也各有不同的应用。以四方公司开发生生产的 CSC-300 系列发变组保护装置为例, 结合内蒙地区新建 300 MW 机组保护的标准图设计, 就上述问题做了介绍和总结。

关键词: 发变组; 微机保护; 双重化配置; 保护配置; 组柜方案

Standard design and application of protection for 300 MW-220 kV generator-transformer unit in Inner Mongolia area

HAO Yan-li¹, ZHAO Chun-gang², TU Li-ming¹

(1. Beijing Sifang Automation Co., Ltd, Beijing 100085, China;

2. Inner Mongolia Electric Power Exploration & Design Institute, Hohhot 010020, China)

Abstract: Compared with conventional protection for generator-transformer unit, protection configured double sets has different demands in many aspects including transducer configuration, scheme of panel design, protection operating objects and its connecting status in secondary circuit. Microcomputer-based protections produced by dissimilar manufacturers are in different applications. Taking an example of series CSC-300 protection for generator-transformer unit produced by Beijing Sifang Automation Co., Ltd, the paper introduces and summaries above-mentioned different demands and applications, combining standard design of new-built 300MW generator-transformer unit in Inner Mongolian area.

Key words: generator-transformer unit; microprocessor-based protection; double sets of protection configuration; protection configuration; scheme for panel design

中图分类号: TM77

文献标识码: B

文章编号: 1003-4897(2007)22-0067-05

0 引言

从国家电网公司 2001 年《“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》提出双重化配置^[1], 到国网公司《十八项反措》^[2]及 GB/T 14285-2006《继电保护和安全自动装置技术规程》^[3]明确强调双重化配置, 无论改造工程还是新建机组, 100 MW 及以上机组保护的双重化配置已成为目前必然的选择。各保护生产厂家针对双重化配置开发生生产的保护装置也各有不同的应用, 这给设计、生产、运行等各方面带来了新的工作。针对某一种主接线形式, 结合具体保护装置, 作出可供设计和用户直接套用或稍加改动活用的标准设计, 是非常必要的, 这可以提高设计质量和效率, 加快设计生产进度, 保证产品质量, 同时便于管理、培训和运行, 进一步提高了保护运行的安全可靠^[4-9]。

本文结合四方公司开发生生产的 CSC-300 型发变

组保护装置, 针对内蒙地区新建 300 MW-220 kV 机组保护的标准图设计, 对保护设计中涉及的保护配置、互感器配置、组柜方案、保护出口及其二次接线等内容进行了总结。

1 主接线

本标准设计适用于发电机—变压器组单元接线, 主变为双卷变, 高压侧接入 220 kV 双母线双分段接线系统。发电机出口侧无断路器, 励磁方式为机端自并励系统, 机端设有励磁变压器。

发电机出口侧设有一台高压厂用工作变压器, 采用三相分裂线圈, 厂用变压器高压侧无断路器, 两低压侧设有断路器。

发电机中性点为经配电变压器(二次侧接电阻)接地; 主变压器高压侧中性点为直接接地或经间隙接地; 高压厂用分裂变压器 6 kV 侧中性点经中电阻接地。

主接线图见图 1 所示。

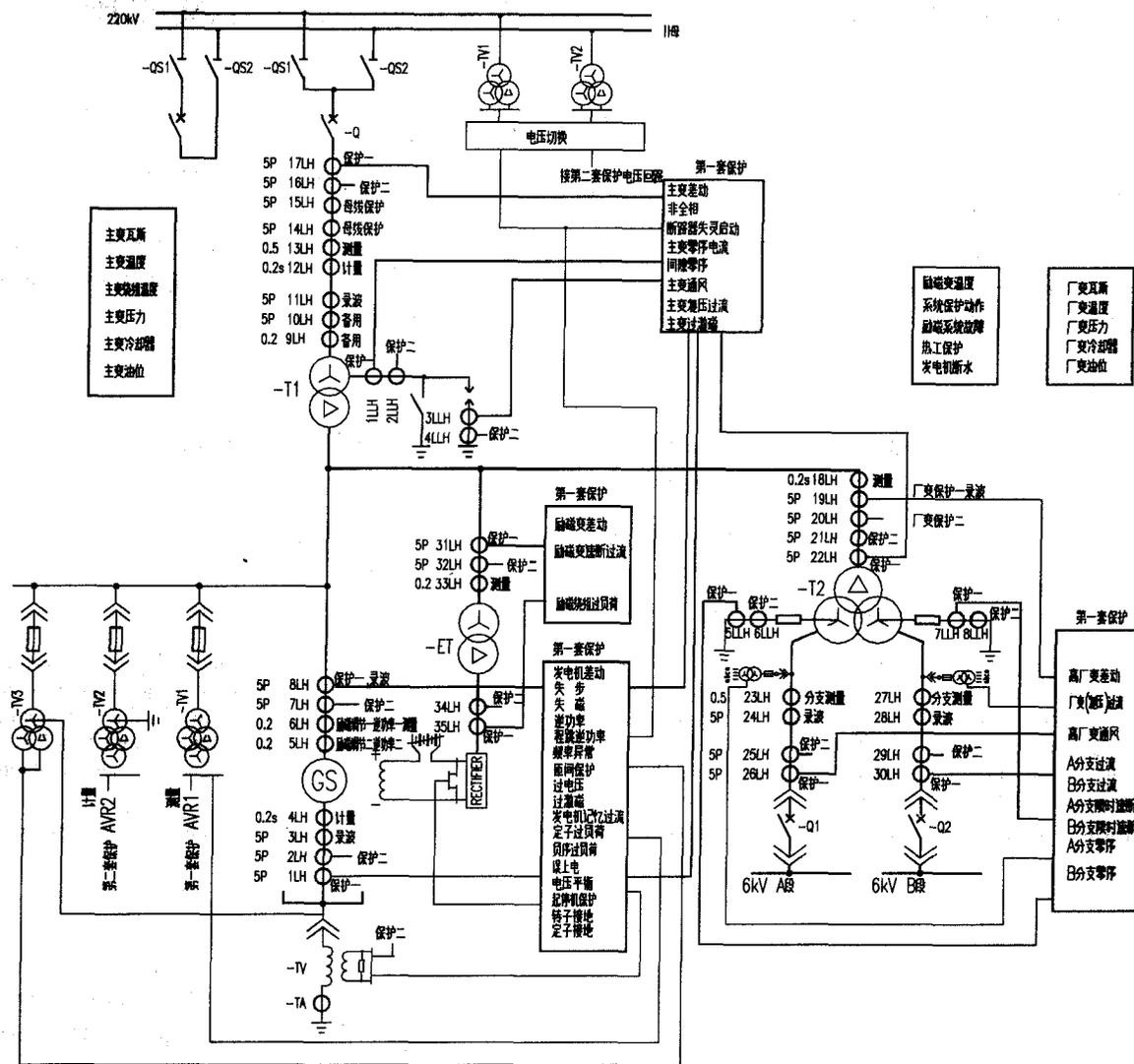


图 1 主接线及保护配置图

Fig.1 Connecting diagram of arrangement and configuration of protection

2 互感器及保护配置

电流互感器 (CT) 和电压互感器 (PT) 的配置应满足继电保护规程和反措的要求, 同时又要兼顾测量、计费、励磁、同期及故障录波器等引接的需要, 因此需要合理配置电流互感器和电压互感器^[10,11]。

随着微机保护技术的不断发展, 保护功能的集成度和保护装置的可靠性都越来越高, 双重化保护配置不再要求主、后备保护引自不同的互感器二次绕组, 而只要求每套保护系统的交流分别取自电压互感器和电流互感器的独立绕组, 这些为保护装置

双重化配置, 减少 CT、PT 数量创造了有利条件。

2.1 CT 配置

本标准设计中, 发电机出线侧及中性点侧各设 4 组电流互感器, 其中中性点侧 3 组 P 级互感器供两套保护和录波用, 一组 0.2 s 级互感器供计量用; 出线侧则设 2 组 P 级互感器, 一组供第一套保护和录波用, 另一组供第二套保护用; 另设 2 组 0.2 级互感器, 用于双套励磁调节、逆功率保护及测量用。这样使逆功率保护有了专用电流互感器, 其电流输入不再和其它保护共用。

主变高压侧开关装设 6 组电流互感器, 其中 4 组 P 级互感器供双套发变组保护和母线保护用, 另

设一组 0.5 级测量 CT 和一组 0.2 s 级计量 CT, 主变高压侧套管处安装 3 组 CT, 供录波及其它用。

厂变高压侧装设两组按主变容量选择的大变比 P 级互感器供主变压器差动保护使用, 两组按厂变容量选取的小变比 P 级互感器供厂高变保护及录波用。另设一组 0.2 s 级 CT 供测量、计量使用。

2.2 PT 配置

机端装设 3 组电压互感器, 其中 PT3 中性点直接和发电机中性点相连, 用于匝间保护; PT1 则提供保护一、励磁一和测量, PT2 提供保护二、励磁二和计量。

厂变两分支进线处各设一组电压互感器, 厂变保护用电压直接取两分支进线 PT。

CT、PT 详细配置及分配见图 1 所示。该配置既能满足双套保护的需要, 同时兼顾了测量、计量、励磁及录波的需要, 新建机组基本上按照该标准配置设计。

2.3 保护配置

在上述 CT、PT 配置的基础上, 依照规程及反措的要求配置了发变组的双套电气量保护和单套非电量保护, 如图 1 所示。300 MW 汽轮发电机组的保护配置有多篇文章及论著从不同角度作过详细论述, 因此本文不再就此做详细讨论, 仅对不同之处加以说明。

(1) 取消大差保护

本标准设计中, 取消了发变组差动保护的配置。对于发-变单元接线的机组, 按照《十八项反措》及规程, 宜采用一体化保护装置。对于一体化保护装置, 变压器差动、发电机差动及发变组差动从交流输入、A/D 转换、数字算法到跳闸出口均共用相同的资源, 属“一荣俱荣, 一损俱损”的状态。因此, 大差对于小差, 在功能上起不到“弥补”作用。小差从保护范围来说, 具有明确的选择性, 便于故障定位, 同时其灵敏度高于大差, 而且从图 1 保护 CT 的设置可以看出, 变压器和发电机之间并没有主保护死区, 则大差的设置没有明显的意义。相反, 会增加整定计算、调试、维护的工作量, 因此, 从易于整定、维护, 利于安全运行等各方面来说, 在双重化配置中取消大差是可行的。

(2) 过电压保护和过励磁保护的配置

发电机出现过电压不仅对定子绕组绝缘带来威胁, 同时将使变压器(升压主变压器和厂用变压器)励磁电流剧增, 引起变压器的过励磁, 从而损坏变压器的绝缘。因此大型发电机必须配置过电压保护。对于已经安装了过励磁保护的发电机, 由于过励磁依据反时限曲线的动作时间往往与发电机过电压保

护的动作时间难以配合, 此种情况下, 过电压保护也必须装设。

对于发电机变压器组, 其过激磁保护装于机端, 如果发电机与变压器的过激磁特性相近(应由制造厂提供曲线), 当变压器的低压侧额定电压比发电机额定电压低(一般约低 5%) 时, 则过激磁保护的整定值应按变压器的磁密整定, 这样既保护了变压器, 又对发电机是安全的, 若变压器低压侧额定电压等于或大于发电机的额定电压, 则过激磁保护的整定值应按发电机的磁密整定, 对发电机和变压器都能起到保护作用。

(3) 长电缆引入的开关量保护的处理

经由长电缆直接引入发变组保护装置 CPU 的一些开关量, 如励磁系统故障、系统保护联跳、断路器辅助触点等, 如果处理不当, 经常会出现由于各种原因造成的直流接地或暂态干扰引起的保护误动, 给安全运行带来很大隐患。而经由长电缆直接引入非电量保护装置的开关量, 也存在相同的问题, 因此正确设计开关量保护回路非常重要。本标准设计中, 所有直接进入保护 CPU 的开关量的引入均经过大功率重动继电器接入装置, 回路如图 2 所示。

该回路增大了重动继电器的启动功率, 有效防止直流正接地引起的误动, 同时启动后自动减小导通功率, 避免了回路发热, 而两级重动的设计也有效避免了回路中暂态干扰引起的误动问题, 保证了开关量保护的正确动作。

非电量保护装置的设计直接采用上述设计思想, 装置内部回路的设计原理同图 2 所示, 保证了装置动作的可靠性。

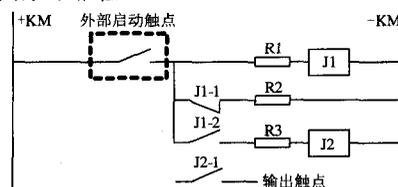


图 2 开关量重动回路

Fig.2 The circuit of intermediate relay for digital inputs

3 组柜原则

针对单元接线的机组, 宜采用一体化保护装置, 该装置应能反应被保护设备的各种故障及异常运行状态, 并动作于跳闸或发出信号。四方公司生产的 CSC-300 数字式发变组保护装置, 最大包含一套完整的发电机、励磁变、主变、两台高厂变的电气量保护, 是基于 DSP 和 MCU 合一的新一代数字式一体化保护装置, 应用于 300 MW 机组保护, 可

按照三面柜的组柜原则来实现双重化的保护配置。具体组柜方案见图 3。

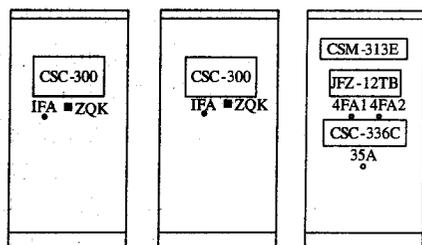


图 3 组柜方案

Fig.3 Scheme for panel design

其中：A 柜为第一套电气量保护，包含了发电机、主变、励磁变和高压厂用变的全套电气量保护；B 柜为第二套电气量保护；C 柜为非电量保护 CSC-336C、主变高压侧断路器操作箱 JFZ-12TB（含电压切换回路）和保护管理机 CSM-313E（管理机负责保护和电厂 DCS 系统及故障信息子系统等之间的通信，可根据具体工程需要进行选用）。

考虑到主变高压侧电压仅用于后备保护，同时对机组来说，不可能做到双套保护所有电压各自独立，因此标准配置中主变高压侧电压切换装置单套配置于 C 柜，切换后电压同时提供给 A、B 柜双套保护使用。

4 出口及信号设置

大型发电机-变压器结构复杂，造价昂贵，一旦发生严重故障而损坏，会给维修工作带来很大困难，造成经济上的重大损失，这就对继电保护及其出口方式提出了更新、更高的要求。

按照规程规定的发变组保护的出口设置有全停、解列、解列灭磁、减出力、程序跳闸、切换厂用及缩小故障范围等，但是受实现条件及实现方式的限制，实际出口方式需要根据具体情况来确定，以确保机组的安全。

4.1 解列灭磁和解列出口方式

对于解列（断开高压侧断路器、汽机甩负荷）出口方式设置的本意是：当保护动作时并不关闭主汽门，仅断开高压侧断路器，使汽轮机甩负荷后能继续维持运行，如果故障或不正常状态很快被消除，则能在较短时间内恢复并网发电，提高电网的安全性，即实现机组带厂用电运行（FCB 功能），从而减少停机及重新起动机、炉的操作和损耗。但是，要实现该种出口方式，取决于汽轮机是否具备足够的旁路容量等设施，同时还取决于锅炉及辅机的可控性及汽机本身的稳定性。目前国内机组大多

不具备这种条件，机组带厂用电运行难以实现。基于相似原因，解列灭磁（断开高压侧断路器、跳灭磁开关、汽机甩负荷）方式实际也很少用。因此保护设计中一般不设解列和解列灭磁出口方式，而是将其合并到全停或程序跳闸方式。

在本标准设计中，虽然机组旁路容量不满足带厂用电运行的条件，但是考虑到对于机组来说，只要允许其正常并网运行，各种超速保护均应正常投入运行。在额定蒸汽参数下，如果调节系统能够维持汽轮机在额定转速下稳定运行，甩负荷后能将机组转速控制在危急保安器动作转速以下，则相关保护可以动作于解列、解列灭磁，利于机组尽快恢复并网发电。同时考虑到 CSC-300 机组保护装置出口跳闸方式在线可整定，现场跳闸方式更改方便，因此标准设计中仍然保留了该两种出口方式，由具体工程决定是否使用。

4.2 取消减出力和减励磁出口方式

对于减出力的出口方式，热工方面的实现有一定的困难。因为汽门调节系统无法进行合适的调整，实际应用中保护自动减出力将无法实现；同样对于减励磁，也因为实现困难，在实际应用中很少使用。因此标准设计中也取消了减出力和减励磁的出口方式，代之以相应的发信方式。

4.3 取消闭锁热工触点

早期的机组保护，由于热工方面难以提供快速返回的触点，热工保护一般由主汽门关闭触点代替，因此所有动作于程跳的保护同时要提供闭锁热工触点。目前机组的热工保护一般不再用主汽门关闭触点代替，而由 ETS 方面提供，传统的闭锁热工触点实际不再需要，因此标准设计中取消了闭锁热工触点。

4.4 信号设置

由于新建机组一般不设光字牌，因此本标准设计提供两组详细的瞬动型信号，一组提供给 DCS，预告信号和事故信号各自引出独立的公共端；一组提供给录波用。另设一组保护动作总信号，可根据需要提供至 RTU。

5 电缆布置

双重化配置以后，一面保护柜包含了以前常规保护 2、3 面柜的所有输入、输出内容，整套机组保护的所有交流输入、直流输入、跳闸出口及输出信号、压板、端子均集中在一面柜上，造成资源十分紧张。尤其屏后电缆，如果布置不合适，交直流之间、输入输出之间的相互干扰、发热必会影响到保护装置的正常运行。双重化后的跳闸出口及信号需

要合并引出,这也给现场引出电缆增加了困难。因此,合理布置电缆也是双重化配置必须考虑的问题。

对此,标准设计也做了合理划分,使所有电气量保护(A/B柜)和非电量保护(C柜)都具有的跳闸出口(例如全停等)合并至B柜引出,而只有A/B柜电气量保护具有的跳闸出口(例如闭锁厂用快切、启动失灵等)则合并至A柜引出,电气量保护信号(A/B柜信号)合并至A柜引出,非电量信号则从C柜引出,使每面柜引入、引出电缆合理分配,减少相互间的干扰及发热,利于现场施工、运行及检修。

6 结语

本文以内蒙 300 MW 机组保护的标准设计为例,介绍了双重化配置下的 CT、PT 配置,保护组柜方案及应用中注意的问题,希望对加快设计生产进度,保证产品质量,及提高运行可靠性有一定的指导作用。

参考文献

- [1] 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[Z].国家电力公司, 2001.
The 25 Points Detailed Rules for Protection to Avoid Serious Power Accident[Z]. State Power Corporation of China, 2001.
- [2] 关于印发《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》(试行)的通知[Z].国家电网公司, 2005.
Notice of Print and Distribution 18 Important Measures to Avoid Serious Power Grid Accident (Trial)[Z]. State Power Corporation of China, 2005.
- [3] GB14285-2006, 中华人民共和国国家标准, 继电保护和安全自动装置技术规程[S].北京:中国国家标准化管理委员会, 2006.
GB14285-2006, National Standard, PRC. Technical Code for Relaying Protection and Security Automatic Equipment[S].Beijing: Standard Committee of PRC, 2006.
- [4] 王维俭.电气主设备继电保护原理和应用(第 2 版)[M].北京:中国电力出版社, 2002.
WANG Wei-jian, Principle and Application of Electric Power Equipment Protection (2nd Edition) [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2002.
- [5] 沈全荣,何雪峰,沈俭,等.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).
SHEN Quan-rong, HE Xue-feng, SHEN Jian, et al. Discussion of the Large Generator-transformer Unit Redundant Sets of Protection Scheme[J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10).
- [6] 龚宇红,姜向辉,等.300MW 机组发变组保护配置分析[J].电力自动化设备, 1999, 19(1).
GONG Yu-hong, JIANG Xiang-hui, et al. Analysis on 300MW Generator-transformer Unit Protection Arrangement[J]. Electric Power Automation Equipment, 1999, 19(1).
- [7] 蔡继东,王热,席斌.大型发电机—变压器组微机保护配置讨论[J].继电器, 2004, 32(15).
CAI Ji-dong, WANG Re, XI Bin. Discussion on the Configuration of Microprocessor-based Protection in Large Generator-transformer Unit[J]. Relay, 2004, 32(15).
- [8] 李营,阴宏民.合理配置微机发变组保护提高电网安全运行水平[J].电网技术, 2000, 24(10).
LI Ying, YIN Hong-min. Rational Configuration of Microcomputer-based Protective Relaying for Generator-transformer Unit to Improve Power System Security Level[J].Power System Technology, 2000, 24(10).
- [9] 陈建文.发变组微机保护双重化配置探讨[J].继电器, 2004, 32(12).
CHEN Jian-wen. Discussion on Double Sets of Digital Protection for the Generator-transformer Unit[J]. Relay, 2004, 32(12).
- [10] 袁季修,等.保护用电流互感器应用指南[M].北京:中国电力出版社, 2003.
YUAN Ji-xiu, et al. The Guide of Application for Protective CT[M].Beijing: China Electric Power Press, 2003.
- [11] 袁季修,吴聚业.大型发电机变压器组保护用电流互感器选型及应用[J].电力自动化设备, 2003,23(9).
YUANG Ji-xiu, WU Ju-ye. Selection and Application of Protective CT for Large Generator-transformer Unit[J]. Electric Power Automation Equipment, 2003, 23(9).

收稿日期: 2007-02-09

作者简介:

郝延丽(1971-),女,学士,工程师,主要从事元件保护的研究和开发工作;E-mail: Haoyanli@sf-auto.com

赵春刚(1964-),男,学士,高级工程师,长期从事继电保护的研究和设计工作;

屠黎明(1972-),男,博士,高级工程师,主要从事元件保护的研究和开发工作。