

# 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程 主变保护配置、整定及应用原则探讨

黄莹, 粟小华

(西北电网有限公司, 陕西 西安 710048)

**摘要:** 主变保护的配置及整定对保证主设备的安全至关重要,介绍了 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程的系统接线及主变保护配置情况,分析和探讨了示范工程主变保护配置方案、整定、应用原则及整定中应注意的问题,供同行借鉴。750 kV 主变后备保护的整定在灵敏性和选择性的取舍等诸多方面存在矛盾,在整定计算时应充分考虑保证电网主设备安全这一重要原则,对后备保护进行合理配置和正确的整定。

**关键词:** 750 kV; 保护配置; 整定; 变压器

**中图分类号:** TM772 **文献标识码:** A **文章编号:** 1003-4897(2006)18-0015-03

## 0 引言

750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程是我国电力系统第一个电压等级最高的输变电工程,对 750 kV 主变保护的配置及整定,目前还没有标准及整定规程可依据。本文介绍了 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程的系统接线,分析和探讨了该工程主变保护配置方案、整定、应用原则及整定中应注意的问题。该示范工程自 2005 年 9 月 26 日正式投运以来,已安全运行 9 个月,没有出现保护拒动及误动的情况。

## 1 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程系统接线简介

750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程西起青海官亭变,东至甘肃兰州东变,线路全长 140.708 km,在官亭变侧装有容量为 300 MVA 的电抗器。本期官亭、兰州东两个 750 kV 变电所接线形式为线路主变压器单元接线,两变电站主变分别由 3 个 500/500/150 MVA 的三相变压器以 Y0/Y0/ 的接线构成,各侧额定电压分别为 765/345/63 kV。两变电所 330 kV 部分均采用一个半断路器接线,官亭变 330 kV 部分八回出线、一回到青海 330 kV 阿兰变、两回到甘肃 330 kV 兰州西变、两回到青海李家峡电厂、三回到青海公伯峡电厂;兰州东变 330 kV 部分五回出线、两回到甘肃 330 kV 定西变、三回到甘肃 330 kV 和平变。

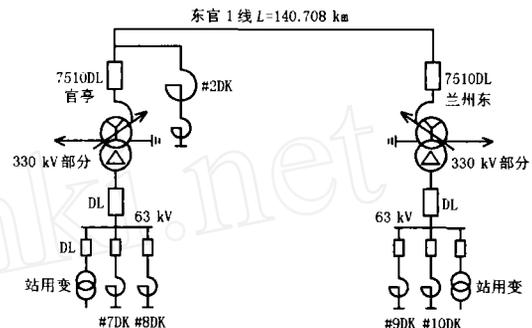


图 1 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程一次系统示意图

Fig 1 Primary connection of 750 kV Guanting to Lanzhoudong substation

## 2 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程主变保护配置及特点

750 kV 主变保护的配置及整定,目前还没有标准及规程可依据。750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程主变保护采用双重化配置原则,每套保护装置设置完整的主保护及后备保护功能,主要包括主变差动保护、反时限过激磁、阻抗保护、零序方向过流、零序过流、复合电压闭锁过流、过负荷等保护。另外 750 kV 主变还设置一套非电量保护。

750 kV 变压器两套主保护中包括了七种差动保护,RCS-978 装置配置了四种,SGT752 装置配置了三种,各套差动互为补充。其中,磁通制动原理的差动保护可准确地判断励磁涌流和故障电流,对变压器本体故障有较高的灵敏度,动作速度最快,有效地保障了 750 kV 变压器的安全稳定运行;稳态比率

差动采用了浮动制动门槛,可保证区外故障电流互感器饱和、变压器出现扰动性负荷以及差动各侧 CT 特性不一致时差动保护不会误动;工频变化量比率差动不受负荷电流影响,灵敏度高,抗 CT饱和能力强;零序比率差动对变压器高中压侧区内接地故障,不受励磁电流的影响,可瞬时切除故障。具体的保护配置见表 1。

表 1 750 kV 兰州东及官亭变主变保护配置

Tab 1 Protection configuration of 750 kV Lanzhoudong and Guanting main transformer

保护类型	RCS - 978	SGT752
主保护	差动速断 稳态比率差动 工频变化量比率差动 零序差动	差动速断 比率差动 磁通制动原理的差动保护
	过激磁 相间阻抗、接地阻抗 零序方向过流、零序过流 复合电压闭锁过流 过负荷 启动冷却器	同 RCS - 978
中高后	相间阻抗、接地阻抗 零序方向过流、零序过流 复合电压闭锁过流、过负荷 启动冷却器	相间阻抗、接地阻抗 零序方向过流、零序过流 复合电压闭锁过流、过负荷
低后	复合电压闭锁过流、过负荷	同 RCS - 978
公共绕组	零序过流、过负荷 启动冷却器	零序过流、过负荷

### 3 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范工程主变后备保护整定及应用原则

鉴于 750 kV 官亭变及兰州东变保护配置完备,所有出线、330 母线、主变、电抗器均配置了双套微机保护(本期官亭、兰州东两个 750 kV 变电所接线形式为线路主变压器单元接线,未配置母差保护),对 750 kV 主变后备保护的整定按以下原则合理取舍:保 750 kV 主设备安全优先,保主网运行安全优先。若保主设备与整定配合原则出现矛盾,必要时,牺牲部分地区电网保护的选择性来保证电网主设备、大型变压器的运行安全。

#### 3.1 阻抗保护

两套 750 kV 主变保护的阻抗特性略有不同,RCS - 978 为圆特性,SGT752 为四边形特性。

高压侧相间阻抗保护、接地阻抗保护整定时均设置为 I 段两时限,方向指向变压器,I 时限跳变压器中压侧断路器,II 时限跳三侧断路器。阻抗值按保主变中压侧母线故障 1.3 倍灵敏度整定且与中压侧出线的阻抗保护定值配合。

中压侧阻抗保护配置与高压侧相同,I 时限跳

变压器高压侧断路器,II 时限跳三侧断路器。阻抗值按保主变高压侧母线故障 1.3 倍灵敏度整定且与高压侧出线的阻抗保护定值配合。

当各整定原则不能同时满足时,按保灵敏度原则整定,且动作时间不能大于 2 s,以确保主设备安全。

#### 3.2 零序方向过流保护及零序过流保护

高压侧设置了两段零序方向过流保护及一段不带方向的零序过流保护。

高压侧零序方向过流保护方向指向本侧母线,作为本侧母线出线的后备。零序方向 I 段按保本侧母线接地故障灵敏度 1.3 倍且与本侧出线零序保护 I、II 段配合整定,I 时限跳本侧断路器。零序方向 II 段按保本侧母线接地故障灵敏度 1.5 倍且与本侧出线零序保护 I、II 段配合整定,I 时限跳三侧断路器。零序过流保护作为主变高压侧接地故障的最末一级保护,不带方向,按保本侧母线接地故障灵敏度 1.6 倍且与变压器各侧出线零序保护后备段配合整定,既作变压器也作本侧母线出线的后备,以大于各侧所有出线零序后备段的动作时限跳三侧断路器。当各整定原则不能同时满足时,按保灵敏度原则整定,否则各段零序将起不到本侧母线及出线的后备作用。考虑到主设备的安全,零序方向保护 I 段动作时间不能大于 2 s,其后果是主变零序 I 段可能越级动作。

中压侧零序保护配置及整定与高压侧相同。

公共绕组零序过流保护作为变压器接地故障的总后备,一段一时限,不带方向,以大于变压器各侧所有接地后备段的动作时限跳三侧断路器。

#### 3.3 复合电压闭锁过流

高压侧复合电压闭锁过流保护作为主变高压侧相间故障的最末一级保护,一段一时限,以大于变压器各侧所有出线相间后备段的动作时限跳三侧断路器。动作值按躲变压器本侧最大负荷整定,同时应校核高、中压侧母线故障的灵敏度。

中压侧复合电压闭锁过流保护配置及整定与高压侧相同。

低压侧复合电压闭锁过流保护设置了两段。I 段作为主变低压侧母线的后备保护,第 I 时限跳本侧断路器,第 II 时限跳三侧断路器。II 段作为低压侧保护的总后备,I 时限跳三侧断路器。三个动作时限分别与低压侧电抗器及站用变保护动作时限配合。为了保证选择性,电流 I 段按系统最小运行方式下低压侧母线短路有足够灵敏且躲过主变在实际运行中有可能流过的最大负荷电流整定,电流 II 段按躲主变在

实际运行中有可能流过的最大负荷电流整定。

### 3.4 过负荷

主变各侧及公共绕组均配置了过负荷保护,发告警信号,动作值按躲过变压器各侧的额定电流整定,动作时间各侧取相同值。

## 4 整定中存在的问题及原则取舍

750 kV 官亭、兰州东变的 330 kV 出线长度与 750 kV 线路相比较短,且 750 kV 线路及主变阻抗较大,主变后备保护的整定在灵敏性和选择性的取舍等诸多方面存在着一定的矛盾,在整定计算时应充分考虑到保证电网主设备安全运行这一重要原则。

官亭变 750 kV 侧接地阻抗保护与 330 kV 官公 1、2、3 线接地距离 II 段保护阻抗值可配合但时间失配,保护范围超出线末,伸入了公伯峡电厂;兰州东变 750 kV 接地阻抗保护与兰州东变所有 330 kV 出线接地距离保护失配,且保护范围均超出线末,但未伸出线末变电站主变及下一级 330 kV 线末。

两变电站 330 kV 侧零序方向过流 I 段按保本侧母线接地故障灵敏度 1.3 倍整定时均与其 330 kV 出线零序 I II 段定值失配,且官亭变零序方向过流 I 段伸出 330 kV 官公 1、2、3 线末,兰州东变 330 kV 零序方向过流 I 段伸出兰州东变所有 330 kV 出线线末,但未伸出线末变电站主变及下一级 330 kV 线末。

考虑到上述各厂站 330 kV 母线、线路、主变及发变组均配置了双套微机保护,瞬时动作,750 kV 主变越级动作的概率极小,因此优先考虑保主设备安全,按保灵敏度原则整定,同时对相应厂站的后备保护定值也进行了适当的调整,保证动作时间的配合。运行中应注意的问题:保护范围伸的较远,若以上线路、母线或主变的双套快速保护同时停运,主变存在越级动作的可能。

两变电站 750 kV 侧零序方向过流 I 段按保本侧母线接地故障灵敏度 1.3 倍整定时与 750 kV 东官 1 线零序 I II 段定值失配,但未伸出线末,鉴于 750 kV 线路配置了三套全线速动保护,同时拒动(停运)概率为零,主变零序 I 段越级的情况基本不

可能出现,因此考虑保主设备安全优先,最终定值按保本侧母线接地故障灵敏度整定。

在小方式下,两变电站高、中压侧复合电压闭锁过流保护对其主变中压侧母线故障均无足够灵敏度。考虑到两站 330 kV 母线均配置了双套微机保护,同时拒动概率较小,此处整定时可不考虑选择性,以保主设备安全优先。

## 5 结束语

本文对 750 kV 官亭 - 兰州东输变电示范主变保护配置方案、整定及应用原则等有关问题进行了分析和探讨。750 kV 主变保护的配置及整定对保证主设备的安全至关重要,主变后备保护的整定在灵敏性和选择性的取舍等诸多方面存在着一定的矛盾,随着电网结构日趋紧密和复杂,电网主设备经常承受过大的工频及短路电流的考验,在整定计算时应充分考虑到保证电网主设备安全这一重要原则,对后备保护进行合理配置和正确的整定。

### 参考文献:

- [1] DL/T 684 - 1999,大型发电机变压器继电保护整定计算导则 [S].  
DL/T 684 - 1999, Guide of Calculating Settings of Relay Protection for Large Generator and Transformer [S].
- [2] DL400 - 91,继电保护和安全自动装置技术规程 [S].  
DL400 - 91, Technical Regulations of Protection Equipment and System Stability Control Devices [S].
- [3] DL/T 559 - 94,220 kV ~ 500 kV 电网继电保护装置运行整定规程 [S].  
DL/T 559-94, Operating and Setting Regulations of Protection Equipment for 220 kV ~ 500 kV Power System [S].

收稿日期: 2006-05-15; 修回日期: 2006-06-20

作者简介:

黄莹(1971-),女,高级工程师,工学硕士,从事电力系统继电保护方面的工作;Email: huangy@mwpc.com

粟小华(1961-),男,高级工程师,工学硕士,从事电力系统继电保护方面的工作。

## Configuration and setting with its application of transformer protection in 750 kV Guanting & Lanzhoudong substation

HUANG Ying, SU Xiao-hua

(Northwest China Grid Company Limited, Xi'an 710048, China)

(下转第 51 页 continued on page 51)

收稿日期: 2006-02-10; 修回日期: 2006-06-14 现代电力电子技术及应用; E-mail: yb\_wang@sdu.edu.cn  
 作者简介: 吕燕(1980-),女,硕士研究生,研究方向为现代电力电子技术及应用。  
 王玉斌(1967-),男,副教授,博士生,主要研究方向为

### New precision detection method of harmonics and reactive current under asymmetrical three-phase voltages

WANG Yu-bin<sup>1</sup>, LÜ Yan<sup>1</sup>, LI Ying-jun<sup>2</sup>

(1. Shandong University, Jinan 250061, China; 2. Jinan University, Jinan 250022, China)

**Abstract:** Based on mathematical deduction and analysis, the problems are pointed out that concern the detection of harmonics and fundamental positive-sequence active & reactive current components with instantaneous reactive power theory under asymmetrical three-phase voltages. A new precision method to detect these current components is presented and analyzed by mathematical deduction in this paper. In this new method, an ideal fundamental symmetrical system, of which voltages are equal to the fundamental positive-sequence voltages of the original system, is constructed first, then harmonics and corresponding current components can be detected accurately. Simulation results show that the proposed method can accurately detect harmonics, active current and reactive current of fundamental when three-phase voltage is unbalanced and distorted.

**Key words:** instantaneous reactive power; harmonics; fundamental positive-sequence; reactive current; detection method

(上接第 17 页 continued from page 17)

**Abstract:** The configuration and setting of transformer protection is very important to ensure the safety of power equipment. This paper introduces the system connection and transformer protection configuration of 750 kV Guanting to Lanzhoudong substation. The application principle on the configuration and setting of this 750 kV transformer protection is analysed and discussed in detail. The problem needing to regard is also discussed for others' reference. Since there are so much contradiction in the selectivity and sensitivity of transformer protection setting, the principle to ensure the safety of power equipment should be chiefly take into account in order to achieve a reasonable configuration and setting.

**Key words:** 750 kV; protection configuration; setting; transformer

(上接第 34 页 continued from page 34)

### Studies on software reliability for substation automation system

LU Yang<sup>1</sup>, LUO Yi<sup>1</sup>, YI Xiu-cheng<sup>2</sup>, TU Guang-yu<sup>1</sup>, CHEN Wei-li<sup>1</sup>, Jiang Wei<sup>1</sup>

(1. Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China;

2. Hangzhou Yilong power Technology Corporation, Hangzhou 310000, China)

**Abstract:** The software fault is becoming one of the main reasons resulting in disasters in real-time system. To guarantee and improve the software reliability for substation automation system (SAS), it brings software reliability engineering to bear during the software development period. A software reliability model for substation automation system based on improved JM model is set up in this paper. Compared with the old JM model, it defines fault eliminating probability in the improved one, which makes the assumptions become more accordant with practice. It forecasts the reliability improving curve of the software system according to the fault data collected in the process of software test, and then concludes the reliable index that the software can achieve and the software test time to reach the reliable index. The computation results show the validity and efficiency of the method in the software development of substation automation system.

**Key words:** substation automation system; software development; software reliability; JM model; software reliability forecasting