

河北南网主变压器保护的配置及几个特殊问题

邢国锋¹, 林榕², 赵春雷³

(1. 邯郸供电公司, 河北 邯郸 056035; 2. 河北省电力勘测设计研究院, 河北 石家庄 050031;
3. 河北电力调度通信中心, 河北 石家庄 050021)

摘要: 介绍了河北省南部电网主变压器保护的配置现状及在实际工程中遇到的微机主变保护在配置与组屏上存在的问题, 并对主变保护中的几个特殊问题进行了分析与探讨。

关键词: 变压器; 保护; 配置

中图分类号: TM772 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2002)09-0061-04

1 引言

变压器作为电力系统的设备, 配备有瓦斯、差动主保护、后备及非电量等保护, 但从 1990~1999 年全国 220 kV 及以上变压器保护的运行情况看, 保护共动作 2530 次, 其中不正确动作 779 次(误动 755 次, 拒动 24 次), 正确动作率为 69.21%^[1]。当然, 造成变压器保护动作正确率偏低的原因是多方面的, 牵涉到运行维护、制造、设计和基建等部门。正确、合理的保护选型对于提高保护动作正确率也是非常重要的。

从 60 年代起, 静态型继电保护逐步替代了机电型、整流型保护, 尤其是微机型高压线路保护在我国取得了成功的运行经验, 微机型变压器保护虽然起步较晚, 但发展迅猛, 随着投入运行设备数量的不断增加, 其性能及安全可靠性得到了进一步的考验。本文就河北南网主变保护的配置与组屏进行分析, 并对几个特殊问题进行探讨。

2 河北南网主变保护的现状

目前, 河北省南网 500 kV 网架已初步建成, 220 kV 及以下系统变压器的运行数量近百台。变压器保护需针对设备本身的特点, 围绕技术细节, 与制造厂签订技术协议。根据河北南网中运行的主变器的特点和对保护的要求, 在新建、扩建和改造工程中, 微机主变保护一般按下述原则配置和组屏。

2.1 保护配置

(1) 220 kV 及以上主变保护采用主、后保护合一机型, 双重化配置, 主保护不同原理。

(2) 主保护

主保护有: 本体(含有载)瓦斯保护; 差动

速断保护; 差动保护。

(3) 后备保护

后备保护有: 220 kV、110 kV、35(10) kV 侧复合电压(三侧复合电压构成“或”的逻辑关系)闭锁的各侧(方向)过电流保护; 高、中压侧零序电压闭锁的零序(方向)过电流保护; 高、中压侧间隙零序过压和间隙零序过流保护; 220 kV 侧由零序电流或负序电流启动的非全相保护; 非电量保护, 对从变压器本体来的非电量接点(如瓦斯、油温等)进行判别, 实施跳闸或切负荷; 低压 35(10) kV 侧分段的备用电源自投。

2.2 主变保护的组屏设计

(1) 设备配置

变压器主后一体型保护装置(2台); 高、中、低压侧操作设备(3台); 高、中压侧电压切换箱(2台); 本体保护装置(1台)。

(2) 组屏方案

保护柜: 主保护(主后一体)、高压侧操作/电压切换设备;

保护柜: 主保护(主后一体)、中低压侧操作/电压切换设备、非电量保护。

2.3 主变保护组屏设计中发现的问题

从目前国内变压器保护的配置和现有的定型装置来看, 在组屏设计中发现存在一些问题, 主要有以下几点:

(1) 非电量保护的性有待改进, 如: 瓦斯保护、通风消失保护等;

(2) 双重化主变保护功能配置的标准化及软件管理问题比较突出;

(3) 控制操作接口设备与保护、一次接线及监控系统的协调性差。

3 几个特殊问题的探讨

3.1 变压器瓦斯保护

河北南网中一般考虑轻瓦斯瞬时动作于信号,重瓦斯延时动作于跳闸,也可根据具体情况选择瞬时动作于信号,无论是变压器本体瓦斯保护,还是变压器有载调压瓦斯保护,均按上述原则分别设置。

现在国产的 QJ2-80 型瓦斯继电器,其抗震、防水、防渗漏的性能比 QJ1 型有了较大的提高,但工程设计中数量一般为一只,其中轻瓦斯、重瓦斯触点各一副,直接启动出口继电器,无闭锁措施,可靠性较低。例如:瓦斯继电器防雨罩未盖、端子箱受潮、室外二次电缆绝缘损害等均可能会造成误动。建议瓦斯继电器双重化设置,两只继电器的重瓦斯触点在保护装置处接成“与”门启动回路,以提高瓦斯保护动作的可靠性。此外,变压器瓦斯保护不应起失灵保护,但原部分厂站的瓦斯保护出口经压板接入失灵启动回路,建议在今后的工程设计中取消此回路,以防止误启动,造成不必要的损失。

3.2 变压器通风消失保护

对于一些大容量变压器,由于其容量大、发热量大,一般采用了强迫油循环风冷的方式或其他外加冷却方式,以确保变压器的安全运行,但当冷却设备发生故障,通风消失时,变压器的运行温度将会急剧上升,造成变压器绕组绝缘损坏,油质降低,甚至使之烧毁。所以,设置必要的保护装置来保证变压器在通风消失以后的安全运行是非常必要的。但在变压器允许的运行范围内误切除,也会造成严重的损失。

分析变压器通风消失以后的特性和后果可知,温度是危害变压器运行的主要因素。目前国内生产的 120 MVA 三卷降压变压器一般规定,当变压器满负荷运行时,若通风消失,变压器可持续运行 20 min,但变压器运行温度不得超过 75℃,最长运行时间不得超过 1 h。根据这种要求,河北南网中一般采用了反映变压器极限运行温度的保护来构成变压器通风保护,即当变压器通风设备故障时(包括冷却风扇和潜油泵的各种退出运行情况),瞬时动作于信号,通知值班人员迅速处理。若变压器运行温度超过允许值时,相应地温度继电器延时动作于跳闸。

上述方案应解决以下问题:(1)工程设计中虽然引入了变压器温度参数,可以较好地反映变压器的真实运行状态,但其温度继电器只是检测变压器的顶层油温,对其绕组温度没有反映。由于变压器热

量是由绕组、铁芯向外传递给油的,因其材料的不同,所允许的最高温度也不同,所以,油温和绕组温度继电器应分别设置。(2)温度继电器应能够根据厂家要求和现场运行条件进行整定。(3)要求变压器制造厂家根据设计的技术性能提出极限运行温度和告警运行温度,并可分别由温度继电器输出接点供使用,保护装置可经控制字选择是否经温度开入闭锁。(4)装设智能型的巡检设备,当任何一组风扇和一台油泵退出运行时,均应有接点输出指示。

基于上述原因,提出如下改进方案:当变压器工作电源和备用电源均消失时,瞬时发出通风消失信号,同时启动两级延时,短时限(整定为 20 min)动作以后,与温度继电器(包括油温和绕组温度)的接点(75℃时接通)构成“与”门动作于出口,长时限(整定为 60 min)动作于出口,通风消失信号中应包含风扇和油泵退出运行的信息。随着变压器制造技术的提高,在强迫油循环和风冷设备全停的情况下,仍允许带部分负荷运行。例如:保定变压器厂生产的型号为 SFPSZ 9-180000/220 的变压器在冷却器全停时允许带 63% 的负荷运行。

3.3 变压器过负荷保护

变压器的过负荷电流,在大多数情况下都是三相对称的。对称过负荷保护的動作电流,一般按超越额定电流整定,为防止外部短路及短时间过负荷作用于信号,动作时限较过电流保护最长动作时间长 t_0 。此外,有的保护采用反时限特性,以及测量过负荷倍数有效值的方案,其整定原则分别如下:

(1) 定时限方案

$$I_{dz} = I_e K_k / K_f \quad (1)$$

式中: K_k 为可靠系数,取 1.05; K_f 为返回系数,取 0.85; I_e 为保护安装处的额定电流。

(2) 反时限方案

$$t_y = \frac{K}{\left(I / I_0 \right)^2 - 1} \quad (2)$$

式中: I_0 为保护安装处的额定电流; $K = C / P_0$ (C 为绕组温升, P_0 为绕组铜损)。

(3) 测量过负荷倍数有效值

$$N = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T n^2(t) dt} \quad (3)$$

式中: N 为过负荷倍数有效值; T 为过负荷开始到计算时刻的时间; $n(t)$ 为过负荷测量倍数。

其中变压器的过负荷倍数按照 IEC 354 油浸变压器负载导则的要求进行,见表 1。

表 1 中给出的过负荷倍数是指变压器在连续满

负载时出现短时故障的过负载能力,在表中给出的允许运行时间内,环境温度为 40 时,绕组的热点温度不超过 140 ,顶层油温不超过 110 ,但在每年内,这种运行情况允许有 3 次。

表 1 变压器的过负荷倍数

过负荷倍数 n	允许运行时间/min
1.20	500
1.30	150
1.45	60
1.60	20
1.75	14
2.00	6

变压器的过负荷通常也表现为绕组的温升发热,其动作特性往往与变压器本身的过负荷能力(过负荷倍数与允许持续时间)不能较好配合,原因是变压器的过负荷能力不能简单地以式(1)、式(2)来表达,它与环境温度、过负荷前所带负荷、冷却介质温度、变压器负荷曲线及变压器设备状况等因素有关,要使过负荷保护性能与变压器过负荷能力完全配合几乎是不可能的。

大型变压器不应采用两级定时限过负荷保护,理由是:(1)它不能充分发挥设备的过负荷能力;(2)当过负荷在保护整定值上下波动时,保护反复动作和返回,不能消除过负荷;(3)过负荷状态变化时,不能反映变化前的温升情况。

日本东京电力公司生产的数字式变压器过负荷检出继电器^[2],较好地解决了这一问题,其主要原理为:由于变压器过负荷特性可通过变压器线圈最高温度上升函数求得,计算出线圈上升温度,然后将其与最高温度比较,可知过负荷时的切除负荷。同时可以先预测性地计算出断开负荷时间后的线圈温度,然后判定是否超出最高温度,以便于同强油型变压器自动联切负荷装置(下称联切装置)进行配合,防止发生过剩跳闸,以提高安全稳定运行水平,防止变压器损坏,增强事故处理能力。

3.4 变压器保护的動作出口方式

随着变压器的大型化和保护配置的复杂化,保护跳闸出口接点多,方式变化大,可以编辑保护跳闸动作对象的跳闸矩阵被广泛使用在变压器保护中,连同进入跳闸矩阵的保护出口信号一起,构成了变压器保护的動作出口回路,分析其构成方式,主要有以下两种方案:

(1) 后备保护装置的保护配置和各保护时限的跳闸逻辑均可在线编程。分为第一定值区(开放给

用户)和内部定值区(暂不对用户开放),依托功能强大的 PC 机支持工具,在内部定值区对每一种保护的跳闸逻辑进行编程、隐含或开放定值表中每一种保护的定值及功能。

(2) 后备保护装置的保护配置和各保护时限的跳闸逻辑满足变压器的最大要求,留有可以配置的备用接点,方便特殊应用,跳闸逻辑以 16 进制跳闸控制字整定(如表 2 所示)。如过流一段第一时限跳主变 侧开关,则在表 2 控制字第 0 位和第 1 位填“1”,其它位填“0”。这样得到该元件的一个 16 进制跳闸控制字 0003H。

表 2 跳闸逻辑控制字整定功能

位	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
功能	未定义	未定义	未定义	跳闸备用 5	跳闸备用 4	跳闸备用 3	跳闸备用 2	跳闸备用 1	跳侧分段	跳侧母联	跳侧母联	跳侧开关	跳侧开关	跳侧开关	跳侧开关	本保护投入

第一种方式需针对不同的主接线形式,进行编程,工作量较大,尤其当跳闸接点较为特殊时,每对接点需重新定义。第二种方式下各种保护具体对应跳开哪一个断路器,软件设计由用户通过控制字整定,既保证了可靠性,又具有充分的灵活性。针对南网的具体情况,采用第二种方式。

3.5 双重化主变保护的选型与组屏

运行经验表明,任何先进的保护,成熟的装置,在电网特定的条件下,特定的故障形式下,都可能有这样或那样的问题,甚至是原理上的漏洞,造成保护的拒动或误动^[3]。主变作为变电所最重要的电气设备,重点应保证继电保护装置的可靠、快速动作。因此,应选用不同原理的两套微机保护,配合使用,从原理上互为补充。而且,两套微机保护不一定要选用同一厂家或同一系列的装置,因为,微机保护的原理设计、工艺制造、元器件选用尤其是软件编制,具有很强的个人或群体特色,其漏洞和缺陷也往往类似反应在其研制的不同装置中。当然,选用不同原理尤其是不同厂家的保护装置需要考虑到:(1)两套装置之间功能与性能的配合问题;(2)现场保护专业人员和运行人员要同时掌握两套完全不同的保护装置,由此将增加工作上的难度;(3)因两套完全不同的保护装置所增加的维护工作量及备品备件的问题。

关于双微机主变保护的组屏设计,宜采用三面屏的方案,即两面微机主保护屏和一面辅助装置屏。除辅助装置屏外,另外两面屏应能单独检修,独立运行,两面保护屏之间尽量不发生横向联系,而只与辅助装置屏发生联系。

4 建议

(1) 改进非电量保护的動作性能,建议对于变压器制造厂家提出下列要求: 瓦斯继电器双重化配置; 变压器油温和绕组温度继电器分别设置,并可现场整定; 提供变压器过负荷特性曲线。

(2) 双重化配置的主变保护采用不同原理、不同生产厂家,组屏设计采用三面屏的方案。

(3) 提高变压器过负荷保护的開發、设计水平,变压器过负荷保护的動作曲线可根据制造厂提供的

参数现场整定,采用多段折线式。

参考文献:

- [1] 周玉兰. 1990 ~ 1999 年 220kV 及以上变压器保护运行情况[A]. 第八届全国继电保护学术研讨会论文集[C]. 2000.
- [2] 王维俭. 电力主设备继电保护原理与应用[M]. 北京: 中国电力出版社, 1996, 1.

收稿日期: 2002-02-28

作者简介:

邢国锋(1963 -),男,工程师,从事电力系统继电保护运行管理和定值计算工作。

林榕(1968 -),男,高级工程师,从事电力系统继电保护及自动化工作。

赵春雷(1969 -),男,高级工程师,从事电力系统继电保护研究和运行管理工作。

Configuration and several special problems for main transformer of south electric network in Hebei province

XING Guo-feng¹, LIN Rong², ZHAO Chun-lei³

(1. Handan Power Supply Company, Handan 056035, China;

2. Hebei Power Survey and Design Research Institute, Shijiazhuang 050031, China;

3. Hebei Power Dispatch and Communication Centre, Shijiazhuang 050021, China)

Abstract: The current configuration state for main transformer of south electric network and several problems met in practical project were introduced. Some of special problems of main transformer protection were analyzed and discussed.

Key words: transformer; protection; configuration

(上接第 60 页)

作者简介:

朱克(1975 -),男,硕士研究生,研究方向为电力系统

可靠性。

方定江(1962 -),男,硕士研究生,高级工程师,研究方向为电力系统继电保护及其自动化。

The integrated automation system of Nanyang 500 kV ultra-high-voltage substation

ZHU Ke, FANG Ding-jiang

(State Power Central Company Ultra - high Voltage Grid Operation Bureau, Wuhan 430077, China)

Abstract: 500kV Baihe ultra - high - voltage substation at Nanyang in Henan province is among the first group in central China that realizes integrated automation. According to its practical operation experience, this paper analyses the techniques and functions of the integrated automation system in ultra - high - voltage substation, and also takes some advice on improving reliability, standardizing the communication stipulations and extending the monitoring and control scope.

Key words: substation automation; ultra - high - voltage; distributed mode; supervisory control

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告