

变压器出口短路的危害及预防措施

徐克华

(广安电业局, 四川 广安 638500)

摘要: 电力变压器是电力网络中的核心设备之一, 因而其稳定、可靠运行将对电力系统安全起到非常重要的作用, 变压器发生近区短路将对其产生很大的危害, 为防止变压器出现近区短路, 提出了相应的技术措施和管理措施。

关键词: 变压器; 近区短路; 技术措施; 管理措施

Abstract: Power transformer is one of the key equipment of power grid, so its steady and reliable operation will play an important role in the safety of power system. When near-by short circuit occurs in the transformer, it may cause a serious damage to power system. In order to prevent the near-by short-circuit of transformer, the relevant technical measures and management measures are proposed.

Key words: transformer; near-by short-circuit; technical measure; management measure

中图分类号: TM406 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-6954(2009)03-0045-03

电力变压器是电力网络中的核心设备之一, 因而其稳定、可靠运行将对电力系统安全起到非常重要的作用。然而, 由于设计制造技术、工艺以及运行维护水平的限制, 变压器的故障还是时有发生, 尤其是近年来逐步引起人们重视的变压器近区或出口短路(以下简称出口短路)故障, 大大影响了电力系统的安全稳定运行。

查询相关资料表明, 在变压器损坏的原因中, 80%以上是由于变压器发生了出口短路的大电流冲击造成的。因此, 加强变压器的运行维护, 采取切实有效措施防止变压器出口短路, 对确保变压器的安全稳定运行有重要的意义。

1 变压器出口短路的危害

电力变压器在发生出口短路时的电动力和机械力的作用下, 绕组的尺寸或形状发生不可逆的变化, 产生绕组变形。绕组变形包括轴向和径向尺寸的变化, 器身位移, 绕组扭曲、鼓包和匝间短路等, 是电力系统安全运行的一大隐患。变压器绕组变形后, 有的会立即发生损坏事故, 更多的则是仍能继续运行一段时间, 运行时间的长短取决于变形的严重程度和部位。显然, 这种变压器是带“病”运行, 具有故障隐患。这是因为:

(1) 绕组机械性能下降, 当再次遭受到短路电流

冲击时, 将承受不住巨大的冲击电动力的作用而发生损坏事故。例如, 某台 40 MVA、110 kV 的电力变压器, 低压侧遭受短路冲击后, 常规试验没有发现异常现象; 投入运行后 1 年, 在一次短路事故中损坏。

(2) 绝缘距离发生变化或固体绝缘受到损伤, 导致局部放电发生, 当遇到过电压作用时, 绕组便有可能发生饼间或匝间短路导致变压器绝缘击穿事故。或者在正常运行电压下, 因局部放电的长期作用, 绝缘损伤部位逐渐扩大, 最终导致变压器发生绝缘击穿事故。例如, 某台 150 MVA、220 kV 的电力变压器, 低压侧短路后, 用常规试验方法没有发现问题, 投入运行后 6 个月, 突然发生损坏事故。

(3) 累积效应。运行经验表明, 运行变压器一旦发生绕组变形, 将导致累积效应, 出现恶性循环。例如, 某台 31.5 MVA、110 kV 的电力变压器, 在运行的 5 年中, 10 kV 侧曾遭受多次冲击, 经吊罩检查发现其内部绕组已存在严重变形现象。若不是及时发现绕组变形, 很难说在什么时候这台电力变压器就会发生事故。再如, 某变电站的一台 40 MVA、110 kV 电力变压器发生短路后速断保护跳开三侧断路器, 经预防性试验合格再投运 1 个月后, 油中特征气体增长。一停运检修发现 35 kV 绕组已整体变形, 包括 10 kV 绕组多处有露铜, 导线有烧融现象。因此, 对于绕组已有变形但仍在运行的电力变压器来说, 虽然并不意味着会立即发生绝缘击穿事故, 但根据变形情况不

同,当再次遭受并不大的过电流或过电压,甚至在正常运行的铁磁振动作用下,也可能导致绝缘击穿事故。所以,在有的所谓“雷击”或“突发”事故中,很可能隐藏着绕组变形的故障因素。

2 防止变压器出口短路的技术措施

(1)变压器的中低压侧加装绝缘热缩套。对变压器的中、低压侧电压等级是 35 kV 及以下的,只要其出线采用的是硬母线,可以从变压器出口接线桩头一直到开关柜的母线,包括开关室内高压开关柜底部母排,全部加装绝缘热缩套。如果采用的是软母线,可在变压器出口接线桩头和穿墙套管附近加装绝缘热缩套。这样可有效防止小动物等造成的变压器出口短路。

(2)对变压器的中、低压侧为 35 kV 或 10 kV 电压等级的变压器,由于其中性点属于小电流接地系统,所以要采取有效措施防止单相接地时发生谐振过电压,从而避免绝缘击穿,造成变压器的出口短路。防止单相接地时发生谐振过电压的措施有:

电压互感器的二次开口三角加装消谐器,如微电脑控制的电子消谐器。广安电业局使用的是 ER-XX 型系列微电脑多功能消谐装置,是抑制铁磁谐振过电压,保护高压熔丝、电压互感器免遭损坏的最理想的自动保护装置。

电压互感器的一次中性点对地加装小电阻或者非线性消谐电阻。广安电业局加装的是 LXQ(D)-10 和 LXQ(D)-35 非线性电阻。

对电容电流超过规程标准的,加装消弧线圈或者自动调谐消弧线圈。

(3)对变压器中、低压侧的支柱瓷瓶(包括高压开关柜)可更换爬距较大的防污瓷瓶,或者涂刷常温固化硅橡胶防污闪涂料(RTV),防止绝缘击穿造成的变压器出口短路。

(4)将变压器中、低压侧的开关更换为开断容量更大的开关,防止因开断容量不足引起开关爆炸造成的变压器出口短路。

(5)对变压器、母线及线路避雷器,要全部更换为性能良好的氧化锌避雷器,提高设备的过电压水平。

(6)不断完善变压器的保护配置。变压器的继电保护尽量采取微机化、双重化,尽可能安装母线差

动保护,失灵保护,提高保护动作的可靠性、灵敏性和速动性。变压器的中低压侧应配置限时速断保护,动作时间应 $< 0.5 \text{ s}$ 。确保在变压器发生出口短路时,可靠、快速切除故障,减小出口短路对变压器的冲击和损害。

(7)对进线为双电源备用电源自投的 110 kV 变电站,要采取措施防止备用电源自投对故障变压器的再次冲击。

3 防止变压器出口短路的管理措施

(1)加强变压器保护的年检以及继电保护的定值、保护压板的管理工作,确保其动作的正确性,杜绝故障时因保护拒动对变压器造成的损害。

(2)设定科学合理的计算保护定值,消除保护“死区”,快速切除流过变压器的故障电流。例如,对于变压器的过流保护(后备保护),应该缩短动作时间,在满足与下一级保护配合的选择性条件下,越短越好,最长也不应该大于 2 s 以减小过电流对变压器的冲击。对于终端变电所,电源侧线路保护定值可延伸到终端变的变压器内部,以增加保护动作的可靠性。

(3)对抗外部短路强度较差的变压器或者受过出口短路冲击发生变形的变压器,对于系统短路跳闸后的自动重合或强行投运,应看到其不利的因素。因此,应根据短路故障是否能瞬时自动消除的概率,对近区架空线(如 2 km 以内)或电缆线路取消使用自动重合闸,或适当延长合闸间隔时间以减少因重合闸不成而带来的危害,并且尽量对短路跳闸的变压器进行试验检查。否则有时会加剧变压器的损坏程度,甚至失去重新修复的可能。

(4)加强对线路的巡视,发现长高的树木等及时砍伐,防止线路接地造成的变压器出口短路或者引起的过电压。

(5)加强电缆沟封堵,严防小动物进入开关室,避免小动物引起的单相接地造成变压器的出口短路,也避免其引起的过电压对变压器的损害。

(6)对于全封闭的开关室,加装排气扇通风,或者安装抽湿机,始终保持开关室的干燥,防止设备凝露及污闪事故造成的变压器出口短路。

(7)加强对变压器出口处避雷器的预试和运行维护,确保其对因雷击等产生的过电压的吸收,防止

避雷器损坏造成的变压器出口短路。

(8)加强变电设备的运行管理,及时发现设备缺陷,保证变压器的正常运行。

(9)加强技术监督工作,严禁设备超周期运行,对室内母线及瓷瓶定期清扫,及时进行耐压试验,确保设备绝缘良好。

(10)每年安排 2 次以上的设备红外线普测,积极开展避雷器在线监测、绝缘在线监测、高压开关 SF₆ 气体在线监测等项目,及时掌握设备运行状况。

(11)对新投运的变压器和未作过变形测试的变

压器全部做一次变形测试,保留测试数据,这样,在变压器遭受出口短路冲击后,可以此作为基础数据判断变压器变形程度,认定变压器能否继续运行。对未发生明显绕组变形的变压器,及时投入运行,不仅节省了大量的人力、物力和财力,还大大缩短了检修周期。

(12)加强电网规划、建设的科学管理,合理安排运行方式,限制短路电流,减小出口短路对变压器造成的损害。

(收稿日期:2009-02-13)

(上接第 15 页)

由表 1 可得,支路 4 突然断开时,实际测量值为零,结果,依据式 (1),产生了较大的新息值,但不能由此断定支路 4 发生了拓扑错误。应根据差别向量判断是否存在坏数据,并判定其位置。差别向量一系列数据表明,不存在不良回路,因而,连支上的新息值是准确的;支路 2 对应所选树的树支,鉴于较大的差别向量值,判定其上有功量测为坏数据;完全符合仿真条件,且整个判定过程只需要输入量测数据,便可由所编制的程序快速自动完成计算;计算过程不涉及迭代,所以没有收敛问题,以及重新计算的时间问题。

4 结束语

所采用的新息图法^[6]是一种状态估计前的不良数据检测和辨识新方法,能有效的避免残差污染和淹没,同时不用进行重复繁琐迭代计算过程,节省时间。通过基于 IEEE-14 节点系统的仿真实验,充分验证了所用方法的实用性、高效性,以及对估计前检测和辨识方法的贡献。

文中具体的算法及程序在实现过程中,采用了手动(如输入量测数据等步骤)与电脑自动完成相结合的方式;当实际工程应用中,其完全可以通过相应的数据采集、输入输出接口程序的整合,会同核心的 Matlab 程序,得以实现。如何快速变换树的结构,以及快速表述出连支与整个拓扑系统的关联关系,是一个值得进行系统和完善的研究课题。

参考文献

- [1] 于尔铿. 电力系统状态估计 [M]. 北京:水利电力出版社, 1985.
- [2] 刘广一,于尔铿,夏祖治. 状态估计中不良数据可检测及可辨识性的定量分析理论 [J]. 电力系统自动化, 1991, 15(1): 22-26.
- [3] 刘广一,于尔铿,夏祖治. 量测系统误差方估计与修正 [J]. 中国电机工程学报, 1990, 10(6): 31-38.
- [4] Souza J C S, Leite da Silva A M, Alves da Silva A P. information debugging in forecasting-aided state estimation using a pattern analysis approach [J]. In: 12th PSCC Dresden, 1996. 8.
- [5] Salehfar H, Zhao R. A neural network pre-estimation filter for bad data detection and identification in power system state estimation [J]. Electric power system research, 1995, 34: 127-134.
- [6] 周苏荃,柳焯. 新息图法拓扑错误辨识 [J]. 电力系统自动化, 2000, 24(4): 23-27.

作者简介:

张永超 (1979-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统状态估计方面的研究工作。

黄彦全 (1961-), 男, 博士, 教授, 从事电力系统状态估计、微机保护和变电站综合自动化方面的研究和教学工作。

宋廷珍 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统继电保护方面的研究工作。

穆亚东 (1980-), 男, 硕士研究生, 从事电力系统自动化检测方面的研究工作。

(收稿日期:2009-04-08)