

继电保护二次回路检修与维护方法分析

曹逸凡

(国能四川天明发电有限公司 四川省江油市 621700)

摘要:继电保护二次回路是确保电力系统安全、稳定、可靠运行的重要基础,在电力系统的正常运行过程中发挥着不可替代的作用。由于受到各种因素的影响,二次回路在运行过程中往往会出现一些问题,严重影响到继电保护装置的正常运行,降低了继电保护装置的工作效率。为了保证继电保护装置能够有效、稳定运行,必须对继电保护装置二次回路进行定期检修和维护。只有这样才能够及时发现问题、解决问题,提高继电保护二次回路的工作效率,降低继电保护装置运行风险,提高电力系统的运行稳定性和安全性。基于以上认识,本文对继电保护二次回路构成以及常见故障形式进行了分析,并探讨电力系统继电保护二次回路检测方法,在此基础上提出了继电保护二次回路的维护管理策略,以期为继电保护二次回路检修与维护提供一定的思路。

关键词:继电保护二次回路;检修;维护

1. 继电保护二次回路构成

二次回路是指在继电保护装置内,将保护、测量、控制、信号、计量等设备的功能按一定的逻辑关系组成的回路。二次回路与一次回路(也称正回路)相比,具有较高的独立性,而可以根据不同的要求和使用目的进行设置,因此在结构和功能上也有所不同^[1]。二次回路不仅可以用于继电保护,而且还可以在继电保护装置中构成各种测量、控制、信号、计量等回路。二次回路主要包括以下几个部分:(1)电流互感器二次回路,电流互感器与电流继电器一起组成电流回路。一般情况下,电流继电器与保护装置二次回路直接连接;(2)保护装置中的信号回路,其主要作用是将测量到的数据反馈给主装置,便于对保护装置进行动作分析和整定。其形式主要有模拟量信号和数字信号两种;(3)计量回路,在电力系统中通常是指计量表计回路。(4)其他部分,如继电保护动作及监视画面等。

2. 继电保护二次回路的常见故障形式

2.1 线路保护二次回路断线

二次回路断线是指电力系统运行中,由于人为或自然的原因造成二次回路的全部或部分被中断,使电力系统中保护、自动装置、测量仪表等的正常运行受到影响的现象^[2]。二次回路断线的原因有很多,如电缆损坏、电缆绝缘破坏、设备故障、接线错误等。但是,从整个电力系统中看,引起二次回路断线故障的主要原因是人为因素造成。

2.2 保护装置死机

二次回路保护装置的死机故障通常指的是该装置无

法正常执行其预定功能,导致电力系统中的二次回路失去保护。故障主要表现为:(1)保护装置动作不能正常出口,即保护装置在主设备保护动作后仍处于待发状态,且经一定时间后,主变保护动作跳闸。(2)保护装置中的相关数据不能被读取,如主变差动保护动作跳闸后,测量回路仍在工作状态^[3]。(3)保护装置中的相关定值不能被修改,如一次设备的接线方式、保护装置的定值整定等。目前来看,有多种因素会导致保护装置死机,如装置本身问题、接线错误以及上文提到的二次回路断线。

2.3 二次回路线路接地或短路

二次回路接地或短路故障是指二次回路(包括导线)与电源之间的电气连接点出现不正常的电位差,导致保护、测量仪表及其他电器不能正常工作。接地或短路故障可分为两类:一是相线对地(或相间)接地;二是二次回路导线与电气设备金属外壳或金属导线相接触,此种故障称为回路接地。无论哪种原因引起的二次回路接地,都会影响保护、测量仪表和其他电器的正常工作。当发生回路接地时,其影响主要有以下两点:(1)会使保护装置不能正确动作;(2)可能造成测量回路失灵,误动作。回路接地时,可能引起保护误动作;如果发生单相接地故障时,保护装置不会动作。回路短路时,由于短路点处电流很大,会烧毁电气设备和电缆等。

3. 电力系统继电保护二次回路检测方法

3.1 二次回路电气装置及元器件质量检测

为了确保电力系统中继电保护装置的二次回路在性能和可靠性方面达到使用要求,对其内部电气组件进行细致的检验至关重要。相关组件的性能表现直接影响着

回路的整体功能。检验时,重点关注检查开关触点的运作状况、开关的数据传输、继电器的预设值调整、测控回路的响应能力,以及在运作过程中触点和线圈的温度变化等方面^[4]。

以典型的电磁继电器为例,该类继电器分为电流和电压两种类型,在二次回路中能够较好的处理过电流问题。正常情况下,电磁继电器的常开触点应处于断开状态。若遇到系统短路,该设备能迅速反应,检测到异常电流并闭合触点。一旦故障排除,继电器应自动返回到初始状态。以 DL 系列继电器为例,这类装置通常包含电磁系统、调节机制和触点组件。通过微调弹簧张力,可精准设定继电器的触发阈值。维护时,对于这类电磁电流继电器,重点在于测试其动作和恢复值。以 DL-32 型号为具体实例,其检测过程包括:

(1)设置与连接:使用 802 型微机继电保护测试仪。首先将继电器与测试设备连接,启动相应的软件。在软件的主菜单中选择“交流试验”,进入设置界面。设置初始电流值低于继电器的动作阈值,例如设为 2.5A,电流改变的步幅根据预设动作值和误差率决定,通常设定为 0.1A。

(2)执行测试:逐步提高电流,确保每次增加的持续时间长于继电器的动作时间,直至触点闭合,并记录此时的电流值。接下来,启动测试程序,使测试仪根据先前设置的参数输出电流。然后,逐渐减少电流,保持每次调整后的持续时间长于继电器的恢复时间,直到触点再次断开,并记录此时的电流值。重复此流程至少三次,以验证数据的一致性。最后,检查继电器的恢复系数,确保其处于 0.8 至 0.95 的合理范围内。

3.2 二次回路性能检测

电力系统的继电保护二级回路需要定期进行维护和检查。在在维护检查中应重点关注绝缘电阻检测^[5]。在在检测过程中可使用 1000V 的兆欧表来测量绝缘电阻。首先,将兆欧表的两根测试线短接并摇动仪器,以校准确保指针回归零点。然后,将红色测试线连接到待检二级回路的接线端子,黑色测试线连接到接地线。以大约每秒 2 次的速度摇动兆欧表,持续 1 分钟,并记录指针的读数。对于交流二级回路而言,每个电气连接点的绝缘电阻值应不低于 $1M\Omega$ 。检测的项目包括电压、电流和信号回路的绝缘情况。

在维护过程中,往往需要对二次回路的线路进行更换,在更换后,为确保系统稳定性需应用变频串联谐振

开展交流耐压实验。试验的步骤包括:(1)检查试验电源、调压器和励磁变压器,确认它们的运行状态无异常,并根据试验接线图,正确连接仪器和待测的继电保护二级回路电缆;(2)在空载状态下,调整保护间隙,将放电电压设置为试验电压的 110%至 120%,保持 120 秒,然后降低电压至零并断开电源;(3)通过限流电阻在高压侧实施短路连接,并调整过流保护装置,确保其工作可靠;(4)将高压引线接到待测试的绕组上,开始试验;(5)从零开始升压,当电压升至 40%以上试验电压时,应以每秒 3%的速率均匀升压;(6)试验结束后,将电压降至零并切断电源。

3.3 继电保护二次回路带负荷校验

在继电保护二次回路检修过程中往往需要更换故障设备,在更换后需要对设备进行负载校验,以便对设备的运行状况进行全面的检查,下面介绍一些检查的内容和方法。

(1)电气压回路的保护和计量,计量仪表的电气压回路的检查。二次侧的电压回路可以通过钳式安培计或者同源电路的方法来检测。电压变压器端盒电压并行设备上的电压采用钳式安培计,而保护与测量电压回路以及计量仪表的压回路 A,B,C 三相电压的幅度与相位则采用双钳式相位表进行测定。同源方法的测试方法和钳式电流方法一样,可用于已投产或新建的装置。

(2)对 PT 开口三角形电压环进行校验。在正常的带载操作下,开路电压回路的引出线到零线上的电压为 0,但是,由于在线路上有断点,所以不能仅凭该线路对零上的电压为 0 就判定开口三角形电压环的正确性。PT 开路电压回路可以采用自动电流-容量测试仪来测定,其具体操作如下:首先按照实验线路图进行线路布线;其次将全自动电容器试验装置的接地端与 PT 初级线圈和次级线圈的 X 端和 x 端连接到一起。在 PT 的二次侧,将电容器式电流检测装置的电流输出端子与 PT 的二次侧相连,然后将一条导体从 PT 高电压端子引出,通过绝缘棒连接到中性点零点。最后,选择试验装置的低电压电压为 10kV,设定 PT 变比值,进行测定,得出测定结果。

3.4 二次回路状态评价

继电保护二次回路的运行状况是一个综合性问题,不仅受到内部元件和线路质量的影响,还与外部环境、安装方式、污染和锈蚀状况等多重因素密切相关。相关外部干扰因素往往会对其稳定运行造成潜在威胁。为了确保系统的稳定运行,日常的检修管理尤为关键。

在日常的检修流程中，可以依据检修数据和结果，对系统的整体运行状况进行科学的量化评估，从而更准确地掌握系统的健康状况。如果评估结果较为理想，即得分较高，则代表继电保护系统及其二次回路在可靠性和安全性方面都表现得相对出色。在进行状态评价时，可以采用多种量化指标，如可靠度、故障发生频率、老化速率等，来进行综合分析和评价。相关指标能够为检修人员提供更全面、更客观的信息，帮助检修人员更准确地了解系统的运行状态和可能存在的问题。

4. 继电保护二次回路维护策略

4.1 重视信息技术应用，提升维护管理效果

二次回路的检查是电力系统维护工作中的重要内容，而目前大部分维护人员在日常工作中采用手工检查方式，检查效果差、效率低、出错率高，随着信息技术的发展，二次回路检查工作越来越依赖于信息技术手段。因此，利用信息技术提高维护人员的工作效率和质量势在必行。一是通过数据库建立完善的二次回路检查维护记录。利用数据库建立二次回路维护检查的日常记录，使每一条维护记录都具有唯一性和可追溯性，从而使维护人员在日常工作中能够随时掌握二次回路的运行状况和缺陷情况。二是通过信息系统实现二次回路状态信息的自动采集和处理。通过二次回路状态信息自动采集和处理，使二次回路状态信息能够直观、动态地反映二次回路的运行状况和缺陷情况，从而实现二次回路状态信息的自动采集、自动分析和自动处理，为变电站自动化系统提供准确、可靠的数据支持。

4.2 严格遵守规章制度，确保维护检查的全面性

继电保护二次回路具有一定的复杂性，在维护工作中，需要严格遵守规则制度，避免人为因素引发的设备损坏以及线路故障。所有的继电保护装置都要有齐全、完整的技术资料，定期进行外观检查，发现问题及时处理。继保装置，试验周期不能超过一年，试验项目和内容必须完全符合规程的规定。同时，检查工作必须有记录，记录应包括时间、地点、检查人员及结果，并由检查人员签字。二次回路的检查工作，除正常试验外，还应进行以下工作：（1）检查保护屏内保护装置的接线是否正确；（2）检查保护装置的电源及直流电源；（3）检查保护屏内控制回路及信号回路是否正确；（3）检查保护屏内继电器及信号继电器是否正常工作；4.3 检查继保

装置内交直流电源系统接线是否正确。

4.3 加强对新技术的学习，提升维护管理能力

随着科技的不断发展，继电保护二次回路的维护技术也在不断地进步，因此为了适应新技术的发展，在继电保护二次回路维护中应该加强对新技术的学习，根据当前电力系统中继电保护二次回路维护存在的问题，加强对新技术的研究，在具体操作上，维护管理人员需要对现有的继电保护二次回路进行全面的分析，识别潜在的问题和改进空间。例如，通过引入更先进的诊断工具和智能化的测试设备，可以更准确地检测回路中的问题，缩短故障检测和修复的时间。同时，利用大数据和人工智能技术，可以对回路的运行数据进行深入分析，预测潜在的故障，从而实现更加主动的维护策略。

结语：

继电保护二次回路在电力系统的稳定运行中扮演着至关重要的角色。通过深入研究其常见故障形式、检测方法与维护策略，不仅能提升对该领域的认识，更能为实际工作提供有力的指导。随着科技的进步，未来的继电保护二次回路维护将更加智能化、高效化。因此，持续学习新技术、新方法，对于保障电力系统的安全、稳定、可靠运行具有深远的意义。

参考文献：

- [1]任开,王炳堃.电力系统继电保护二次回路维护与检修对策分析[C]//上海筱虞文化传播有限公司.Proceedings of 2023 Seminar on New Engineering Technologies and Methods (SNETM2023). 国网新源控股有限公司检修分公司.2023.070325
- [2]朱树云,吕梦妮.电力系统继电保护二次回路维护与检修对策分析[J].光源与照明,2023,(05):234-236.
- [3]胡梦辰,付东来.继电保护二次回路检修与维护方法分析[J].技术与市场,2020,27(08):76-77.
- [4]刘治国.继电保护二次回路检修与维护方法分析[J].中国新技术新产品.2019.08.020
- [5]李加祥.分析继电保护二次回路检修维护[J].无线互联科技,2016,(22):122-123.

姓名：曹逸凡 性别：男 出生年月日：1994年3月30日 贯籍：四川江油 民族：汉族 学历：大学本科 职称：助理工程师 工作单位：国能四川天明发电有限公司 单位所在省市：四川省江油市 邮编：621700