[继电保护]

继电保护状态检修技术研究

文/重庆大学电气工程学院　邓琛凯

继电保护装置作为电网的第一道防线，其检测和维修质量直接决定整个电网能否安全稳定运行。因此，积极探索继电保护的新检修模式已经成为广大电力工作者研究的重大课题。随着我国检修技术的发展和进步，状态检修作为一类新型检修技术被运用在继电保护检修中。

随着电路电网分布范围的扩大，传统电力检修方式已经无法满足电力系统的需求，而将状态检修技术应用在继电保护中，不仅可以提高设备的运行效率，减少继电保护检修的工作量，还可以提高设备的管理水平。

继电保护状态检修概述

1．状态检修的含义

状态检修技术与传统的定期检修有所差异。状态检修主要是通过诊断技术、传感技术等现代化手段，在运行中对于设备状态信息进行采集，将采集到的信息与正常信息比较，以此判断其是否有异常，最终来预测设备故障，并且结合设备的实际状态，制定相应的检修计划。

2．状态检修的结构

将状态检修应用于继电保护中，主要包含状态数据采集、状态评价以及检修决策三大内容，三个部分构成一个完整系统，均由智能决策系统自动完成。继电保护状态检修系统的结构如右图所示。

在状态数据采集这一部分，主要是由系统对继电保护装置自动采集运行数据，对其进行相应处理，为状态检修提供指导。在状态评价这一部分，主要由系统根据继电保护装置运行状态建模，借助监测到的数据动态评价继电保护装置的运行状态；在检修决策这一部分，根据状态评价的结果制定状态检修策略，以实现继电保护装置状态的动态预警功能。

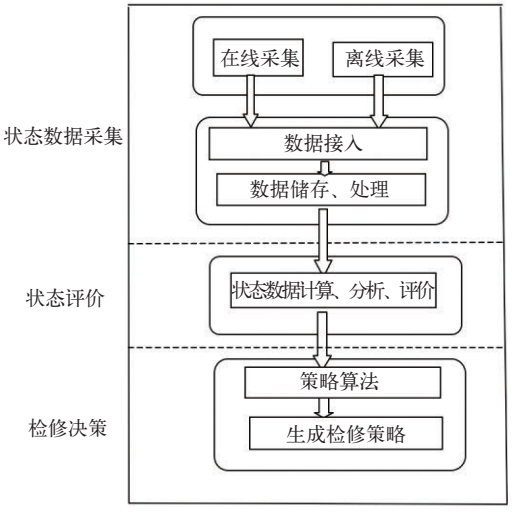

图　继电保护状态检修结构

3．继电保护状态检修流程

继电保护状态维修关键为要实现资源利用的最大化，要实现这一目标便需要明确继电保护状态检修开展的流程，从而提升状态检修的水平。根据继电保护状态检修的体系架构，将状态检修技术应用于继电保护中，需要按照以下流程开展：①对变电站系统的装置开展状态检修，从而明确各个设备运行的具体参数，准确测量误差、

同上级控制中心进行联网然后将设备数据信息发送至控制中心；②对电网相关信息进行互联和分析，以掌握该地区电网运行的实际情况；③设置高级别控制中心。电网控制中心在升级后需要设置计算机控制中心，主要用于收集全国各地电网信息，从而实现电网的全天候、多角度实时监测。

继电保护状态维修的意义

1．减少了继电保护检修时间

主要体现在两个方面：①继电保护装置通过应用计算机继电保护装置，确保了继电保护状态检修的顺利开展；②继电保护状态保护通过应用各类计算机技术，构建运行、监控和评估系统等监测继电保护装置运行状态，以这种形式实时监督和传递设备运行数据，极大了节省了人力和物力，提升了继电保护检修的效率，减少了检修的时间。

2．实现了继电保护装置的自行检测

继电保护状态检修通过应用信息技术，可以实现一部分设备的自行检测，这些设备在继电保护的状态下可以自行将装置系统与其他保护系统转换，便于更加准确地检测设备运行状况，一旦发现故障第一时间发出预警，实现了继电保护运行中的检修。

3．有助于提升继电保护检修水平

在继电保护状态检修过程中，检修人员借助各类现代化信息手段（常见的如传感技术、光电技术和计算机技术等），增强了检修的技术性，极大地提升了继电保护的检修效率。特别是通过使用数字信号处理技术，确保了继电保护装置数据采集和传输的准确性，提高了采集和传输微弱信息的可能性，确保继电保护检修工作的全面和细致开展。

继电保护状态检修实现技术

1．断路器状态检测技术

对变电站的继电保护而言，断路器除了是变电站中不可或缺的设备之一，还是继电保护装置的扩展。所以，高效检测断路器跳闸的接点已经成为了继电保护状态检修的重要环节。在检修断路器时，需要确保整个系统均应该处于正常的运行状态，跳合闸回路正常，另外断路器的容量还应当满足系统运行要求。在检修时，需要采用定期检测的方法为断路器的检修提供指导，以便更好地判断断路器的工作状态。

2．二次回路保护

近年来，自动化技术被广泛应用在电力系统的管理中，当完成变电站的继电保护状态检修后，还应该通过软件予以控制，从而实现操作箱的智能化高效应用，将其拓宽至保护设备自我检测的应用中。例如：美国的SEL数字仿真变电站继电保护系统便充分运用了软件平台各项技术，操作箱能够针对检测变电站继电保护的问题及时采取有效完善措施。在保护状态下开展检修时，通过应用智能化操作极大地提升了操作箱的检修效果。需要注意的是，若想保证变电站回路的稳定性和安全性，需要实现远程传送，从而对二次回路的试验监测提供保障。在开展状态检修工作，电气设备传输的远程传动命令需要1～2 s的时间完成跳闸和合闸，不会对电力系统造成太大的影响，并且在检修过程中不仅可以检测保护出口至断路器系统的回路节点有无缺陷，还能够检测断路器的操作准确度。大量实践证实，状态检修应用在低压馈电的线路中效果显著。普通荷载根据保护设备规律的操作来实现跳闸目标，通过对重合闸回路仔细检测后，替代了传统定期检修模式，极大地降低了检修工作量。

3．TV和TA监测

通常变压器回路的监视系统主要包含三大部分。①失去单项电压或者失去两相电压。当检测零序电压时，发现零序与负序的电流值均为0，可以判断故障点位于电压回路上；②带负荷时失去三相电压。一般而言，这类情况是不能检测出零序电压的，对此不能开启电压回路上的监测功能，采取的措施为根据电流的变化量决定是否需要启动电压回路的监测功能；③线路充电状态下失去三相电压。导致这类现象的原因可能是近区故障，也可能是回路故障。如果是近区发生故障，需要减负调整，而回路故障则需要闭锁保护。一般而言，在不存在零序电压的情况如果依然可以检测到零序电压，则提示该电流回路发生故障。除此之外，因为电压互联器的连接通常反应的是一次零序电压，对此应当选择三相五柱式或者一次侧接地的变压器，逻辑选择延时警告和瞬间闭锁。

4．收集继电保护装置信息

机电保护状态检修时，除了可以对继电保护

装置在线监测，还可以全面采集继电保护装置的基本信息和资料，主要包含检修资料、原始资料和遗传缺陷资料等。其中检修资料主要包含诊断学报告、消缺记录、例行试验和巡检记录；原始资料又包含出场资料（常见的如技术协议、试验报告、安装要求、说明书、验收报告和设备参数等）；遗传缺陷资料主要包含设备方面的缺陷，常见的如：电源的保护开关和液晶显示屏，设备的运行过程中发生故障的详细记录资料。

继电保护状态检修的措施

1．常见继电保护装置状态检修措施

当前，常见的继电保护装置状态检修方法主要有两类：

1）综合法。这类方法主要指的是收集和记录继电保护装置各个方面的工作数据，然后对所有数据进行综合分析，根据该数据判断继电保护装置的运行状态，最后获得该装置的工作分析报告。维修人员直接查看继电保护装置的完成分析报告便可以掌握该装置在运行过程中存在的问题和可能潜藏的安全隐患，以及时调整装置。

2）比较法。比较法主要指的是将收集到的继电设备中的数据同装置的工作状态标准数据和其他设备的工作标准数据予以比较，根据比较结果找出继电保护装置运行是否存在的异常。在继电保护装置状态检修中应用比较法时，首先需要为继电保护装置的日常运行提供条件保障，当开始应用装置时需要调整其工作状态，以达到工作标准。在电力企业日常经营过程中，检修人员和设备操作人员必须按照规定的标准操作装置，一旦发现异常要立即上报处理。

2．常见继电保护装置状态检修策略

在对继电保护装置实施状态检修时，可以借助一定的技术手段实现继电保护装置的标准化和信息化管理，常见的检修技术有计算机网络检修方法、人工智能检修方法以及模拟人工神经网络方法等。通过上述几类方法均可较好地实现继电保护装置状态检修工作和网络的成功联接，从而保证收集到信息的有效性。工作人员在开展状态检修时，还可以运用网络设备的计算功能和逻辑分析功能分析继电保护装置的工作状态，并重点分析存在异常的部分。继电保护状态检修，不仅要求维修人员具备相关的专业知识，而且还应该具备网络监测基础知识，以便更好地借助网络设备提高继电保护装置的状态检修效率。

3．继电保护装置状态检修操作方法

对继电保护装置开展状态检修工作时，首先必须了解继电保护装置工作状态的标准，将设备工作的实时数据同标准信息进行对比，分析设备的实际工作状态。再将获得的数据进行科学处理和分析，结合检修人员的专业知识对继电保护装置的工作状态做出准确判断，如果需要维修继电保护装置，必须制定科学、针对性的维修方法，从而提升继电保护检修的有效性。

4．开展继电保护状态检修注意事项

继电保护状态检修是对现有的检修管理体制的一次改革，属于一项复杂的系统工程。因此在开展继电保护状态检修时，除了要制定长远的目标，还必须分布实施、逐步推进。具体而言，应该注意以下三个方面的问题：①继电保护状态检修的前提是收集基础资料和信息。继电保护状态检修前期资料和信息收集工作非常烦琐，假如缺少这一环节，便无法获得设备的准确数据，继电保护状态检修便无法顺利开展。②继电保护状态检修的基础是现场标准化作业。现场标准化作业主要指的是通过管理作业过程，控制作业的危险点、关键环节和关键流程等，减少控制作业的随意性和盲目性，从而提升现场作业的水平。因此，只有保证现场作业标准化，才能保证继电保护状态评估工作更加规范和标准。③继电保护状态检修的保障是二次设备的定期巡视。唯有实现继电保护装置的定期保护专业巡视和运行人员对设备实施动态监视，才能将继电保护状态检修的优势充分体现出来，从而科学地评估继电保护装置，保障继电保护状态检修工作的顺利开展。

结束语

综上所述，近年来随着我国继电保护装置不断朝自动化方向发展，而故障发生率也不断提升，从而降低了继电保护装置的可靠性和经济性。因此，将状态检修应用在继电保护装置的日常运行和管理中，通过借助各类现代化手段对继电保护装置的运行状态实时监测，准确判断故障发生部位和故障发生的原因，迅速采取有效的维修措施，从而保证继电保护装置稳定可靠运行，延长继电设备的使用寿命。EA

（收稿日期：2018.10.03）

（编辑：朱金凤）