

[变电站]

变电站继电保护二次回路在线监测与诊断技术的实现

文/中国电力企业联合会电力建设技术经济咨询中心 吴永洁

依托坚强智能电网建设目标，为有效应对电网设备各种突发异常事故，保障社会的正常用电，需要对变电站二次设备进行在线监测。文章对变电站继电保护二次回路在线监测与诊断技术进行了研究，设计了一种集高信息化、自动化和互动化为一体的新型监测系统。

二次回路主要包括变电站内二次设备组成的交流回路、控制回路、保护回路、信号回路和操作电源系统等。在通信技术高速发展的背景下，变电站智能化管理水平越来越高，微电子测控技术以及自动保护装置等广泛应用，有效地提升了变电站运行的可靠性和安全性，降低了运行维护成本，促进了电力调度及配电系统自动化发展。研究得知，智能变电站自动化管理是一项综合性技术，它以微型计算机为基础，实现了对变电站二次设备及其回路运行方式的全面技术改造。通过在线监测、继电保护、自动控制和数据通信等功能，实时获取变电站设备状态参数和运行数据，从而确保电网系统的安全运行。

变电站继电保护技术的评价

在电力系统运行过程中，电气设备不可避免地出现一些故障，例如：元器件老化、绝缘破损以及外部因素导致的设备故障，进而引发设备短路。一旦出现短路，故障点电场过强，气体发生电崩溃而持续形成等离子体，产生瞬间火花可以将电气设备烧毁，而且比额定电流高数倍的短路电流产生的热效应，也会加速电气设备的绝缘老化，导致设备处在不正常的运行状态，影响其运行的稳定性，严重时会造成大面积的停电，造成

较大经济损失和安全隐患。因此，需要对电网设备进行全方位在线实时监控，及时发现故障并采取有效的解决措施，避免发生更严重的后果。继电保护装置能够有效确保电力系统的稳定运行，当电器元件发生故障或者运行状态异常时，变电站继电保护监测系统会自动获取异常状态信息，启动二次保护装置，迅速作用于断路器，切断故障元件的供电，或者向电力工作人员进行故障信息预警，便于运维人员及时进行检修。而继电保护装置保证供电可靠性和电能质量，完成工作电源与备用电源的自动切换，线路断路器的自动重合闸操作，以及电力系统电压调整等任务。

继电保护处理逻辑如图1所示，测量部分的作用是测量被保护设备的物理量，包括：电流、电压、相位差、阻抗、温度和压力等，再与给定的整定值进行比较，确定被保护设备的运行状态是正常运行还是存在故障；逻辑部分的作用是根据测量部分送来的信号进行逻辑判断，然后得出后续需要执行的动作；执行部分的主要作用是依据逻辑部

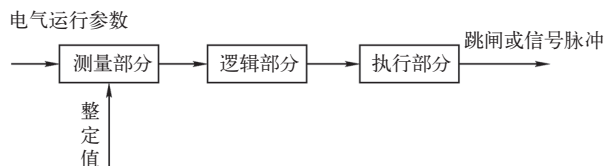


图1 继电保护逻辑

分的行为判断，完成继电保护的后期任务。

二次回路在线监测与故障诊断的实现原理

变电站继电保护是保障电力设备安全和电力系统稳定的基本手段之一。继电保护二次回路在线监测过程中，利用网络报文记录分析装置和继电保护装置对采集到的流量进行综合判断，采用两个AD同时采样两路数据。两路数据同时参与逻辑运算，即相互校验，一路数据作为启动，一路作为逻辑运算。通过双AD采样的作用是使保护更加可靠，提升故障诊断的准确度。继电保护装置的交流采样回路，直接影响着保护的動作行为。要实现状态检修，必须对电流采集回路进

行有效的在线监测，判断电流采集回路是否存在异常，并精确定位异常点位于装置外部回路接线还是装置内部的采集回路。通过对比采样值（Sampled Value，SV）和MMS（Manufacturing Message Specification）上推送的采样值，判断是否存在继电保护采样回路状态异常或者网分装置交流采样回路状态异常。当SV和MMS采样值最大误差都在阈值范围内，并且继电保护装置无告警，则认为继电保护采样回路状态和网分装置交流采样回路状态正常；继电保护装置采样值误差超过阈值时，则判断变电站继电保护二次回路网络报文记录分析装置的交流采样回路存在异常。继电保护交流回路处理原理如图2所示。

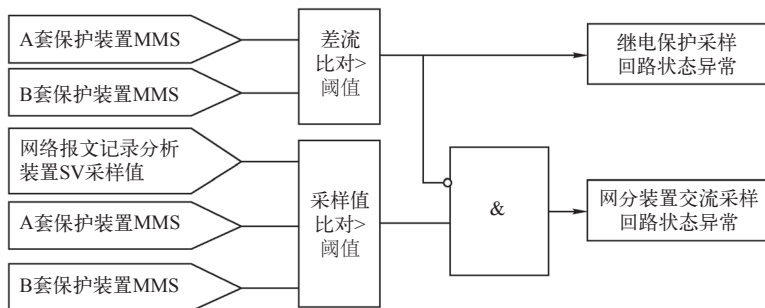


图2 继电保护回路状态处理原理

当变电站设备出现异常和故障时，继电保护监测系统可以将故障元件从电力系统中切除，缩小故障引起的停电范围，以保证系统中的无故障部分仍然可以安全运行，减少故障元件的损坏程度。实践得知，变电站继电保护装置的组成元件质量越高、接线越简单以及回路中继电器的触电越少，保护装置的可靠度就越高。因此，在进行故障诊断时，需要对出口时间和动作元件进行检查，然后对比之间所产生的时间差，从而提升保护动作执行的准确度。系统运行过程中，继电保护越灵敏，越能准确反映要求动作的故障或者异常状态。因此，本系统采用具有软逻辑编辑功能的智能终端设备，通过开入插件获取断路器分相跳合闸的具体位置，然后由软件系统集成断路器合闸的总位置，通过GOOSE（Generic Object-Oriented Substation Event）报文进行传输处理，有效解决采集数据重复问题，简化了二次回路接线方式。此外，作为本系统设计的创新点，还将采用SV/GOOSE报文共享机制，完成多间隔相互位置之间的信息传输和共享，同时运用可编程程序控制逻辑的间隔测控设备，完成间隔之间的逻辑闭锁，极大地降低了现场维护的工作量，提高变

电站设备运行的可靠性、安全性。

继电保护二次回路系统设计

1. 系统架构设计

本系统通过执行规定功能来实现某一特定目标的一些相互关联单元的组合，主要包括：继电保护、控制、测量、信号、故障录波、自动装置及远动装置等功能，实现对变电站各设备运行情况的监测和测量。变电站继电保护二次回路在线监测与诊断系统由站控装置、主站系统组成，站控装置主要实现站内设备信息的采集、汇总、传输和配置处理等操作，可以独立进行数据采集和网络报文记录分析，不需要外加新的设备。站控装置和继电保护设备通过线路可以形成互联，完成数据的采集和传输，最终在调度端完成分析。当变电站电气设备发生异常时，站控装置可快速对故障状态进行识别和采集，然后传输至主站系统中进行数据处理。主站系统通常在调度端进行布置，对站控装置采集的数据进行诊断和处理，并将故障类型、位置及发生时间等信息展示在可视化设备中，便于工作人员及时进行处理。继电保护在线监测与诊断系统架构如图3所示。

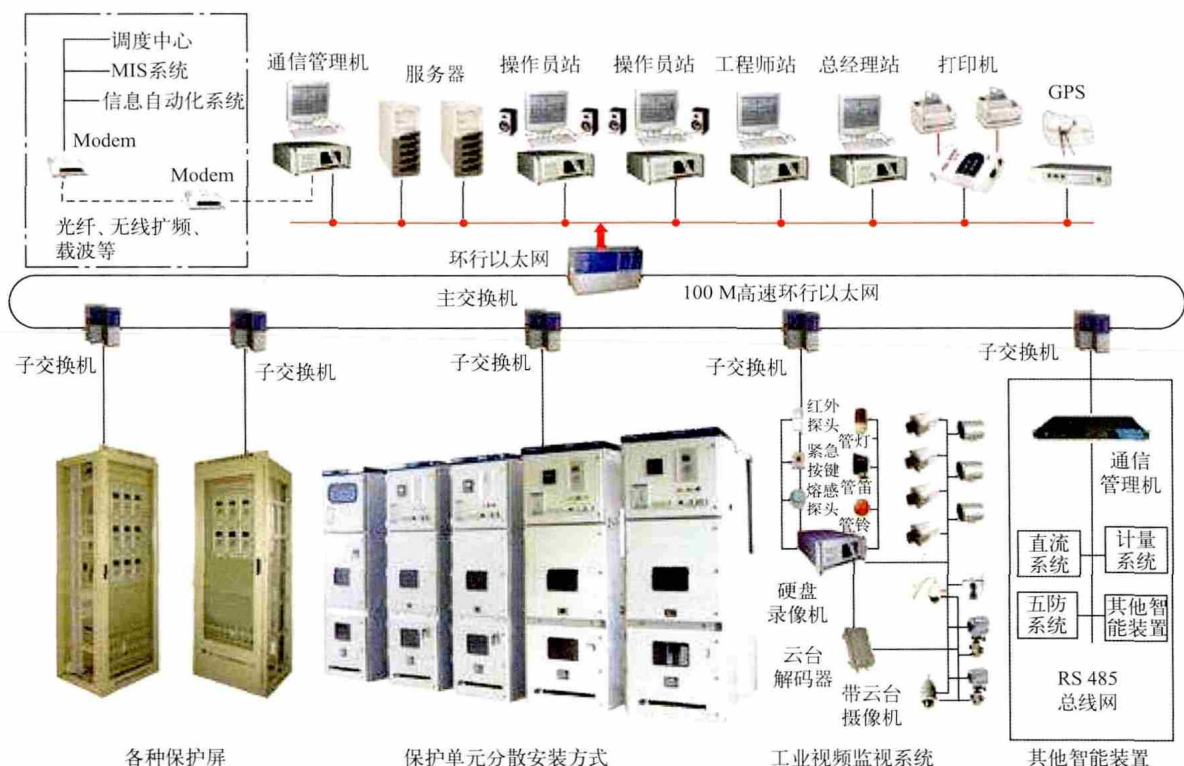


图3 系统架构示意图

2. 在线监测装置设计

在线监测装置是通过接收交换机和合并单元传输的数据信息，对变电站内的采集数据进行统一整理，然后由过程层对存储数据进行监控，同时分析电气设备的运行情况。此外，系统还需要根据硬件装置的预警信息、运行信息和监测信息等，对硬件装置运行状态进行在线诊断分析，根据监测信息的变化进行对应的故障预警。监测报警装置的硬件信息，主要包括：温湿度、电源电压、负荷和光纤信号强度等信息。在线监测与故障诊断过程中，故障准确定位是主要内容，因此，系统需要准确定位出保护装置或者交换设备等位置，及时采取有效的应对措施，进一步提升电力系统运行的可靠性。

3. 在线监测信息链路设计

GOOSE是一种IEC 61850中的一种快速报文传输机制，主要面向通用对象的变电站事件。现阶段，多用于实现在多个智能电子设备（Intelligent Electronic Device, IED）之间的信息传递，包括：联闭锁、传输跳合闸等命令信号，具有传输速度快、成功率高等特点。采样值SV基于发布/订阅机制，交换采样数据集中的采样值的相关模型对象和服务，以及这些模型对象和服务到ISO/IEC 8802-3帧之间的映射。SV/GOOSE运行状

态信息可以对不同链路的虚拟段进行分类处理。根据系统设计需求，将监测信息分为稳态、暂态以及状态文件。电力系统稳态即正常状态，三相对称的运行，系统运行参量持续在某一平均值附近变化，由于变化很小，可以认定为常数。电力系统暂态是从一种稳定状态向另一种稳定状态的过渡过程，过渡过程其运行参量会发生较大的变化。暂态过程有两种：一种是电力系统中转动元件，如发电机和电动机，其暂态过程由于机械转矩或电磁转矩之间不平衡引起的，通常称为机电暂态；另一种是变压器、输电线等元件中，并不牵涉角位移、角速度等，其暂态过程称为电磁暂态。通过分析设备之间的逻辑连接关系，然后确定出检修设备和隔离运行设备，通过检修安全措施中的自动生成顺序策略，解析检修设备的软硬压板，确定安措票的操作顺序，提高智能变电站现场技改、消缺和校验的工作效率。通过监测装置采集到的信息，确定并分析出装置硬件的故障位置，然后通过移动端通信接口信息、短路异常信息和装置报文等数据，通过系统后台处理后，对变电站故障和异常设备位置进行定标，便于运维检修人员及时进行处理。EA

（收稿日期：2018.11.14）

（编辑：朱金凤）