

绝缘在线监测装置在化工35 kV供电系统中的应用

文/中国石油兰州石化公司电仪事业部 李 杰 陈凯平 常小龙

通过绝缘在线监测装置在化工35 kV供电系统中的应用，弥补了传统电力系统绝缘监测方法的不足，运行维护人员可以实时掌握供电系统绝缘变化情况，有效地解决了因高压电力系统电气设备绝缘性能降低不能及时发现而引起的供电系统电网波动问题和传统电力系统设备停电检修对电力系统供电造成的影响。

电力系统电气设备的故障大部分是由绝缘老化引起的。在设备长时间的运行过程中绝缘薄弱部分一直在发生变化，随着时间的推移，这些绝缘薄弱部分可能因绝缘降低而造成击穿，引起供电系统发生电网波动，或者造成设备停车，影响石油化工装置设备长周期运行。因此，为了保证电力系统长期安全、稳定运行，所有供用电设备都必须做到在长期运行电压下有足够的绝缘强度，不发生绝缘故障而直接导致电力系统停电；同时要保证在电力系统中出现各种过电压作用时，有足够的绝缘强度，不会发生有害的放电导致绝缘破坏，从而保证电力系统安全可靠运行。

现状

目前使用的绝缘监测方法均采用定期停电的预防性试验，在电气设备断电的情况下进行测量与试验，属离线监测，无法对石油化工装置内的电气设备绝缘情况进行工作状态下的实时监测，更不能确定设备何时出现绝缘缺陷，也无法检测缺陷的发展状态。在化工装置运行期间对供电设备随时进行停电测试不现实。随着生产装置对供电可靠性要求越来越高，停电试验的方法越来越不适应生产装置

安全平稳运行的实际要求。因此，在供电系统中采用绝缘在线监测装置，可以长期不间断地在线监测供电系统内运行中的电气设备及电缆的绝缘变化情况。在发生绝缘下降趋势，但还未形成事故前，及时发现绝缘薄弱部分，可以有计划、有步骤地对绝缘低的设备或者电缆进行合理的处理维护、检修及更换，防止重大事故发生，保障生产稳定运行。

绝缘在线监测装置工作原理

绝缘在线监测装置采用“直流叠加法”工作原理，即将高压直流电压信号通过高压隔离电阻叠加在运行中的交流高压系统或电气设备上，直流电压与交流电压形成两个不同的回路，根据直流电压通过系统对地绝缘产生的直流泄漏电流值换算出系统对地绝缘水平，实现连续、高准确度地完成对地绝缘电阻值的测量，基本工作原理图如图1所示。绝缘在线监测装置通过电阻 R 向供电系统中注入1 500 V直流电压，通过检测供电系统的整体对地直流泄漏电流，对整个系统的所有设备绝缘变化进行连续监测，其原理等效图如图2所示，根据等效运算得出供电系统绝缘电阻 $R_x=1500/I-R$ ，并将绝缘阻值显示于监测仪表及主机上。

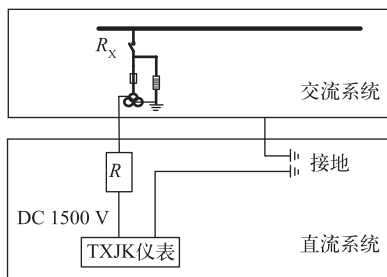


图1 绝缘在线监测装置工作原理图

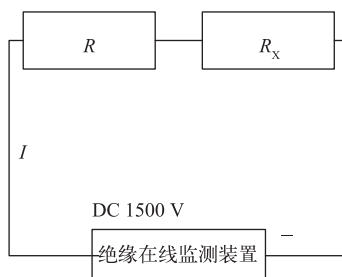


图2 原理等效图

绝缘在线监测装置主要功能与作用

绝缘在线监测装置能够在中压配电系统带电运行在线测量系统回路的绝缘电阻，并将电阻值及时显示在人机交互界面，为运行值班人员对在线运行电气设备进行绝缘状态管理提供了数据支持；并且能够定性、定量监测运行中的电气设备绝缘水平和实时绝缘变化，能够帮助运行值班人员提前预测系统绝缘故障隐患，及时将供电系统缺陷消除在萌芽状态，避免绝缘故障的发生导致电力供电系统供

电中断，影响装置正常运行。绝缘在线监测装置主要功能包括以下三部分。

1. 监测功能

绝缘在线监测装置通过高压隔离电阻将产生的直流高压施加于运行或停运的电力线路、设备与地之间，实现实时对电力系统对地绝缘阻值的测量。同时，在线绝缘监测技术不受设备运行状态和时间的限制，可以随时对设备绝缘状态进行实时监控。

2. 显示功能

测量出的绝缘电阻值、泄漏电流值在监控装置面板上以数字形式显示，并配有信号输出接口，方便用户查看与使用。

3. 监控装置就地报警及控制功能

监控装置面板上设有报警整定数字按钮，可以根据实际工作环境设定报警范围，当被测电力设备绝缘电阻值小于设定的整定值时，监控装置面板上红色LED发光报警，方便用户及时掌握情况，并第一时间采取措施。

绝缘在线监测装置具体实施与应用

在35 kV化工变电站，主控室设有监测柜一台，绝缘在线监测装置接于35 kV化工变电站6 kV系统I段、II段消弧柜上，在正常运行时通过消弧柜电缆向6 kV母线上注入1 500 V直流电压；通过检测系统直流泄漏电流，对整个供电系统的绝缘情况进行实时监控，在监测柜主机上显示整个系统的绝缘阻值，如图3所示。

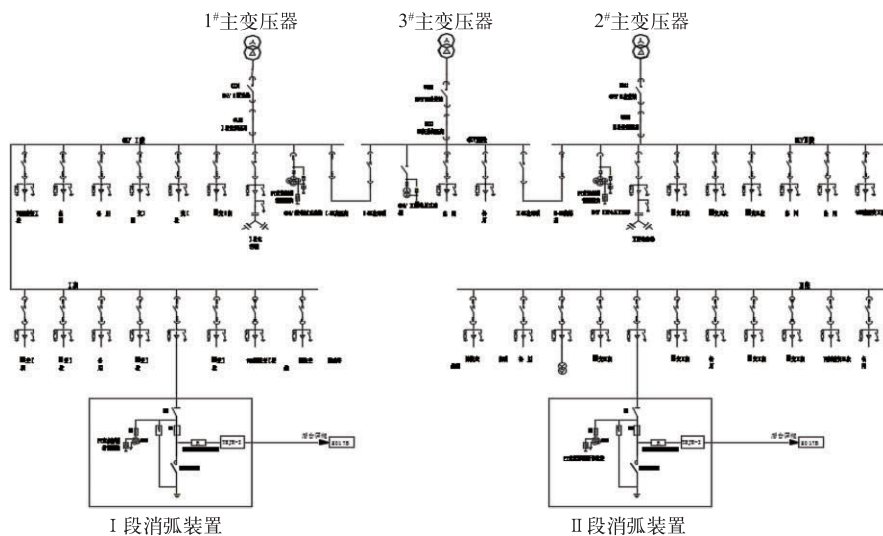


图3 绝缘在线监测装置安装示意图

1. 实施

根据绝缘在线监测装置的工作原理，为了监测装置正常运行，需将35 kV化工变电站内消弧装置及电压互感器进行一定的技术改造。在消弧装置进线电缆头处安装高压隔离电阻及信号线，如图4所示。要在消弧装置电压互感器及供电系统相关变电所电压互感器中性点增加直流解耦模块，将供电系统内电压互感器中性点直接接地的方式改为中性点经直流解耦模块再接地的方式，实现直流电压的注入及监测仪表对供电系统绝缘水平的实时测量，直流解耦模块安装示意图如图5所示。

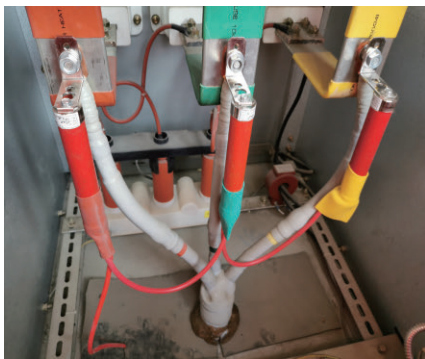


图4 高压隔离电阻及信号线示意图

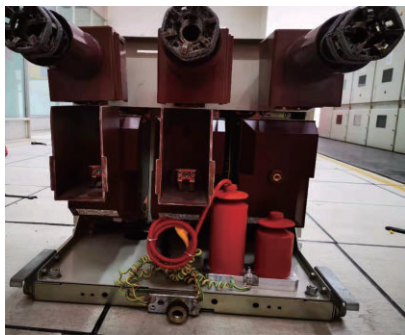


图5 直流解耦模块安装示意图

2. 应用

通过绝缘在线监测装置的安装，供电系统绝缘水平数据实时传输至监控平台。监控平台每5 min采集数据一次，每24 h形成一组绝缘监察母线绝缘电阻值表格，同时将所采集到的数据绘制成绝缘电阻值曲线图。通过数据表格可以查看供电系统各个时间点的绝缘电阻值，通过曲线图可以查看供电系统绝缘最大值、最大值时间、最小值、最小值时间及平均值等，如图6所示。运行值班人员可以通过绝缘水平监控仪及主机监视后台对供电系统绝缘水

平进行实时监控，如图7所示。当发生供电系统线路或电气设备发生绝缘降低时，监控后台实时显示其绝缘阻值；当低于绝缘报警整定值时装置发出报警。运行维护人员可以根据绝缘数值变化的速度及程度对电力系统的绝缘状况作出合理的分析判断，防止停电事故的发生。

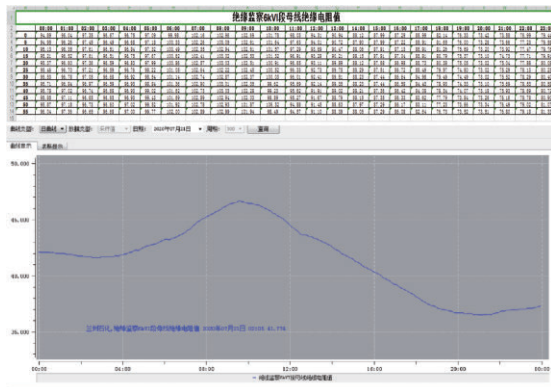


图6 绝缘阻值数据图

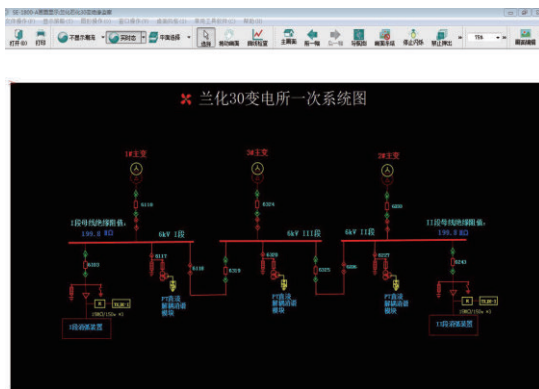


图7 绝缘在线监测装置主控屏

结束语

高压电气设备及电力电缆是电力系统中非常重要的设备，它们的绝缘状况对电力负荷安全、稳定传输有“瓶颈”式的制约作用；当它们投入运行后，由于受到电、热、机械和化学等因素的作用使其老化，造成绝缘强度的降低，导致绝缘击穿而造成停电事故时有发生。绝缘在线监测装置的应用可以根据预设判据进行实时绝缘故障报警和绝缘故障预警，弥补传统电力系统绝缘监测方法的不足，让运行维护人员实时掌握供电系统绝缘变化情况，为供电系统稳定可靠运行提供技术支持，保证供电系统的正常运行。EA