「故障检测」

一种新型中性点接地方式的研究设计

文/广东省电力工业职业技术学校（广东电网有限责任公司教育培训评价中心）　尹文琴　崔杨培　陈章宝

研究设计了一种新的中性点接地方式，具有准确的单相接地故障检测功能，且可实时跟踪，能适用于不同容量大小、不同网架结构的电网。

不同的中性点接地方式会影响故障时的处理流程，同时对供电可靠性有十分重要的影响，因此如何选择中性点接地方式是一个综合性问题，它与系统绝缘配合、供电可靠性、继电保护、通信干扰、人身及设备安全等问题密切相关。目前我国配电网中性点接地方式主要有不接地、经小电阻接地、经高电阻接地和经消弧线圈接地等，每一种方式并非尽善尽美，都有其明显的优缺点。

本文在对比了传统接地方式优缺点的基础上，提出了一种对于不同类型接地故障自动采用不同处理方案的新型中性点接地方式。这种新方式采用消弧线圈作为接地补偿设备，采用电阻作为选线设备，且消弧线圈快速动作、电阻可以控制，因此发生瞬时性单相接地故障时，电网能在故障消失后自动恢复正常，发生非瞬时性单相接地故障时，消弧线圈在补偿电流，同时可控电阻快速地判断出接地线路并切除故障，大大提高了供电可靠性。

工作原理分析

本新型中性点接地方式的原理是：当配电网发生瞬时性接地故障时，首先根据已测量的电网电容电流值计算出需要补偿的电感电流，然后控制消弧线圈快速输出补偿电流；补偿后电弧熄灭，瞬时性单相接地故障得以自动消除，此时接地装置自动退出补偿状态，电网系统恢复正常运行，从而避免了出现小电阻接地方式中一有故障即立刻跳闸而导致线路跳闸率高的问题，提高供电可靠性。当配电网发生永久性接地故障时，立即投入消弧线圈进行补偿，若接地时间持续超过整定时间（如 10 s）后，则自动闭合高压开关，接入小电阻，产生明显的特征信号，使线路保护动作，开关跳闸切除故障线路。故障线路切除后故障消失，消弧线圈自动退出补偿，电阻投切开关自动断开退出电阻。

为使得与系统的对地电容不发生谐振，当电网正常运行时，可以控制消弧线圈的电感值，当发生单相接地时，立即按照所测的对地容抗调节消弧线圈的电感，快速输出感性补偿电流。

综上所述，根据接地故障不同类型和阶段，通过将消弧线圈与小电阻综合使用，灵活切换，既具有消弧线圈接地技术能够准确对接地故障快速补偿电流的能力，又具有小电阻接地技术所具有的隔离接地故障快、准确性高的优点，同时还可选配线路零序保护功能。

中性点接地方式设计

1. 一次接线图

本文设计的中性点接地方式主要由接地变压器、高短路阻抗变压器式消弧线圈、可控小电阻、控制柜和中心屏组成。其一次接线图如图1所示。

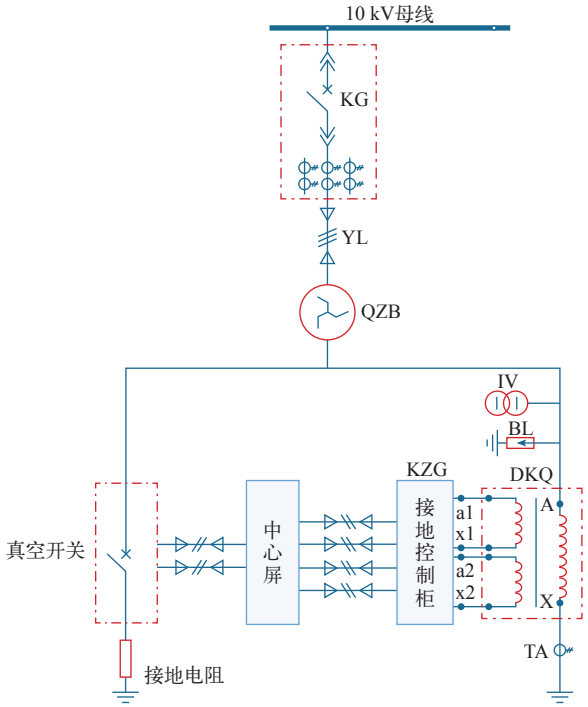

图1　一次接线图

路，晶闸管的导通角由触发控制器控制。当调节晶闸管的导通角时（0～180°），晶闸管的等效阻抗Z_{SCR}在无穷大至零之间变化，因此可以调节N_w两端的等效阻抗Z_{eq}进而调节输出的电感电流。

因此，当配电网发生单相接地时，控制装置根据已测量的电容电流值计算出需要补偿的电感电流，然后通过控制晶闸管导通角和反馈调节，精确调节输出补偿电流。为消除晶闸管导通时产生的谐波，可以设计有效滤波设施抑制。由于晶闸管与电感串联在无电容电路中，工作可靠性得到保障，同时晶闸管控制使消弧线圈响应速度极快，且可使输出补偿电流在0～100%额定电流间连续无级调节。

综上所述，此控制系统和一次设备结构简单，且不带任何转动或传动机构，没有设置有载开关和接触器，可靠性高。

若是35 kV、66 kV配电网，可以将变压器绕组接为Y接法，由中性点引出消弧线圈，且变压器零序阻抗较低时可不用接地变压器。若是6 kV、10 kV配电网，因变压器绕组为△接法，需要用接地变压器制造中性点，以便加装消弧线圈。为降低零序阻抗，接地变压器一般采用Z形接线，并可带适当的二次容量以代替站用变压器。

2. 高短路阻抗消弧线圈设计

采用高短路阻抗变压器式可控消弧线圈，充分利用消弧线圈可快速调节的特点，采用小扰动法选线的方式，保证在接地点残流很小的情况下也能够准确地选出故障线路，其结构原理及其等效电路图如图2所示。

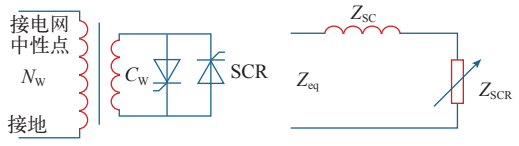

图3　高短路阻抗消弧线圈结构及等效电路图

该消弧线圈的结构与普通变压器类似，带有一次和二次绕组。它的一次绕组作为工作绕组（N_w）接入配电网中性点，二次绕组作为控制绕组（C_w）由两个反向并接的晶闸管（SCR）短

3. 可控电阻设计

可控电阻是中性点接地装置的主要部件之一，通过投入控制电阻的大小实现对不同类型接地故障的选择性动作，为实时监控电阻的工作状态，可以设计一个监控模块，使得在电阻出现异常时发出告警信息。电阻器可以采用不锈钢电阻元件，具有优良的温度系数，既保证了保护动作的灵敏性，又可以在保护拒动的情况下限制故障电流，同时可设计成模块化，使得更换或增加某一单元而无需拆卸整个设备。

电阻投入和切除的控制可以采用高压接触器或断路器来实现。若采用两路高压接触器并联，可以保证动作的可靠性。其中高压接触器的操作机构电源可以分别采用交直流两路电源，当发生故障时，依然对电阻的控制调节保持高可靠性。**EA**

（收稿日期：2017.08.23）
（编辑：朱金凤）