[供电系统]

唐山氯碱10 kV供电系统中性点接地方式选择

文/唐山三友氯碱有限责任公司　陈永顺　周建新

在中压电网系统中，中性点有的接地，有的不接地。这是因为电力系统除正常运行情况外，往往会出现各种故障，其中最常见的是单相接地故障。为了处理这种故障，根据不同供电系统，中性点采用不同的运行方式。目前我国电力供电系统中常见的中性点运行方式有不接地、经消弧线圈接地和直接接地3种。前两种又称非直接接地。中性点采用的运行方式，会影响到供电系统许多方面的技术经济问题。如供电的可靠性、电气设备和线路的绝缘水平、对通信系统的干扰以及继电保护的正确动作等。因此，中性点接地方式的选择尤为重要。通过对中压电网各种接地方式的分析，确定了某公司10 kV供电系统接地方式的选择，保证了某公司10 kV系统的供电可靠性。

某公司是高危化工企业，供电较为集中，对装置区送电主要依靠电缆输送，针对以上特点，设计初期对中性点接地方式选择进行了调研与讨论，从而确定了10 kV系统的运行方式，经数年的运行实践证明，该公司的10 kV系统的运行方式可靠。

中性点接地系统安全分析

所讨论的电网供电系统，为小电流接地系统（即中性点不接地或经消弧线圈或电阻接地的系统）。

在中性点不接地系统中，发生单相接地故障时，不需要立即断开故障部分，不必中断向设备供电，因而提高了供电的可靠性，这是这种系统的主要优点。但是，必须在较短的时间内，一般允许继续运行2 h，迅速发现并消除接地故障，以免由于未接地相对地电压长期升高，而发展成为多相接地短路。所以在系统中，电气设备和线路的对地绝缘应按能承受线电压考虑设计，某公司10 kV系统设备在设计之初均按接地运行2 h考虑。当线路不长、电压不高时，接地电流数值较小，接地电弧一般均能自动熄灭，特别是在35 kV以下的系统中，中性点采用不接地运行方式较合适。但当电压高、线路长时，接地电流值较大，可能产生稳定电弧或间歇性电弧。而且电压等级较高时，整个系统绝缘方面的投资大为增加，上述优点便不复存在。

1．中性点经小电阻接地方式

中性点经小电阻接地，可以降低瞬态过电压幅值，并使灵敏而有选择性的故障定位的接地保护得以实现。由于这种系统的接地电流比直接接地系统小，故对地电位升高及对信息系统的干扰和对低压电网的反击都减弱。中性点经低值电阻接地系统是限制接地故障电流水平为100 ～ 1 000 A，系统单相接地时，由于流过故障线路的电流较大，零序过电流保护有较好的灵敏度，可以比较容易检除接地线路。健全相电压不升高或升幅较小，对设备绝缘等级要求较低，其耐压水平可以按相电压来选择。由于接地点的电流较大，当零

序保护动作不及时或拒动时，将使接地点及附近的绝缘受到更大的危害，导致相间故障发生。当发生单相接地故障时，无论是永久性的还是非永久性的，均作用于跳闸，使线路的跳闸次数大大增加，严重影响了负荷的正常供电，使其供电的可靠性下降。在中性点绝缘系统中，经常由于电磁式电压互感器的励磁电感和线路对地电容组成非线性谐振回路，在一定条件下引起分频、工频或高频铁磁谐振过电压，常常造成PT熔丝熔断、PT过热烧损、避雷器爆炸甚至母线短路等事故，中性点经电阻接地，一是相对地稳定了中性点电位，二是在网络对地电容旁并联一个电阻，相当于在串联谐振电路中附加了一个很大的损耗，使电路因阻尼过大而无法产生谐振，因而采用中性点经电阻接地方式(或直接接地)是消除PT谐振过电压的最彻底的解决方法。但它的缺点是由于接地点的电流较大，当零序保护动作不及时或拒动时，将使接地点及附近的绝缘受到更大的危害，导致相间故障发生。当发生单相接地故障时，无论是永久性的还是非永久性的，均作用于跳闸，使线路的跳闸次数大大增加，严重影响了负荷的正常供电，使其供电的可靠性下降。

2．中性点经消弧线圈接地方式

采用中性点经消弧线圈接地方式，在供电系统发生单相接地时，流过接地点的电流较小，其特点是当线路发生单相接地故障时，可不立即跳闸断开故障部分，不必中断向负荷供电，按国家规程规定电网可带单相接地故障运行2 h。从实际运行经验和资料表明，当接地电流小于10 A时，电弧能自灭，因消弧线圈的电感的电流可抵消接地点流过的电容电流，若调节得很好时，电弧则自动熄灭。对于像石化装置中压电网中日益增加的电缆馈电回路，虽接地故障的概率有上升的趋势，但因接地电流得到补偿，单相接地故障并不发展为相间故障。因此中性点经消弧线圈接地方式的供电可靠性，大大高于中性点经电阻接地的方式。电缆为主配电网的单相接地故障多为系统设备在一定条件下由于自身绝缘缺陷造成的击穿，而且接地残流较大，尤其是当接地点在电缆时，接地电弧为封闭性电弧，电弧更加不易自行熄灭，所以电缆配电网的单相接地故障多为永久性故障。如果系统发生的单相接地故障为间歇性弧光接地，则会在系统中产生高达3.5倍相电压峰值的过电压，如此高的过电压如果数小时作用于电网，会对电气设备的绝缘造成损伤，甚至会造成正常相对地绝缘击穿，进而发展成为相间短路事故。在间歇性弧光接地过程中，还会形成多频段振荡回路，不仅会产生高幅值的相对地过电压，而且还可能出现高幅值相间过电压，使相间绝缘闪络，造成相间短路事故。消弧线圈体积大，组件多，成本高，安装所占场地较大，运行维护复杂，而且随着电网的扩大，消弧线圈也要随之更换，不利于电网的远景规划。

10 kV中性点选择

鉴于以上分析，10 kV系统决定采用中性点不接地运行方式，为避免中性点不接地运行方式的缺点，在设计初期确定采用在10 kV系统配合使用消弧柜，消弧柜使用的原理及优点如下。

1．原理

1）系统发生弧光接地时，微机控制器根据传来的电压信号判断接地的相别及弧光接地类型，同时发出指令使故障相的真空接触器闭合，把系统由不稳定的弧光接地故障变为稳定的金属性接地故障，故障相的对地电压降为零，原接地故障点的弧光消失，其他两相的对地电压升高至线电压。真空开关动作后数秒（根据接地性质不同，动作时间不同），微机ZK令故障相的真空开关断开，若真空开关断开后，再无弧光接地故障现象，说明这一接地故障是暂时性的，系统恢复正常运行；若真空开关断开后，再次出现弧光接地故障，则微机控制器ZK认定这一故障为永久性弧光接地，此时再次发出指令使故障相的真空开关闭合，ZK将按照预先设定的程序发出报警信号，告知值班人员故障发生的相别。在真空开关接地点过程中出现的短暂过电压，由过电压保护器进行限制。故障相真空开关第二次闭合接地后不再分开，只有当故障线路自动或人工切除后，由中央控制室或当地给ZK发出复位指令，ZK收到复位指令后，令故障相真空开关断开，系统恢复正常运行。

2）当系统发生谐振时，微机控制器ZK在PT的开口三角绕组瞬间接入大功率的消谐电阻，利用消谐电阻破坏系统的谐振参数，消耗谐振功率，从而消除系统的谐振故障。

2．优点

1）装置动作速度快，能快速消除间歇性弧光及稳定性弧光接地故障，抑制弧光接地过电压，

防止事故进一步扩大，降低线路的事故跳闸率。

2）能将系统的大气过电压和操作过电压限制到较低的电压水平，保证了电网及设备的绝缘安全。

3）能够快速、有效地消除系统的谐振过电压，防止长时间谐振过电压对系统绝缘破坏，防止谐振过电压对电网中装设的避雷器及小感性负载的损伤。

4）装置动作后，允许200 A的电容电流连续通过至少2 h以上，值班人员可以完成转移负荷的倒闸操作之后再处理故障线路。

5）能够准确查找单相接地故障线路，对防止事故的进一步扩大，减轻运行和维护人员的工作量有重要的意义。

6）由于其限制过电压的机理与电网电流的大小无关，因而其保护性能不受电网运行方式的改变和电网扩大的影响。

7）本装置中的电压互感器可以向计量仪表和继电保护装置提供系统的电压信号，能够替代常规的PT柜。

8）能够测量系统的单相接地电容电流。

9）结构简单，体积小，安装、调试方便，适用范围广。

10）相对于消弧线圈系统而言，性价比较高。

11）选线功能，无论系统发生的是何种类型的接地故障，均能够对接地线路进行准确地选择。

结束语

通过数年的运行观察及发生接地事故判断的准确性，10 kV系统中性点不接地运行方式配合消弧柜的使用运行良好。**EA**

（收稿日期：2016.10.10）

（编辑：刘群点）

（上接第65页）

本工程10 kV电源是由35 kV变电站新汤碾路46#杆支出线路提供电源，按照《国网北京市电力公司配电网工程典型设计》技术导则要求主干线是JKLYJ/QN－185 mm^{2}绝缘导线，则分支线采用架空绝缘导线型号为JKLYJ/QN－70 mm^2，该导线载流量为235A，通过上述计算，采用的导线满足本工程煤改电的用电载流量需求。

工程设计成果如下图所示

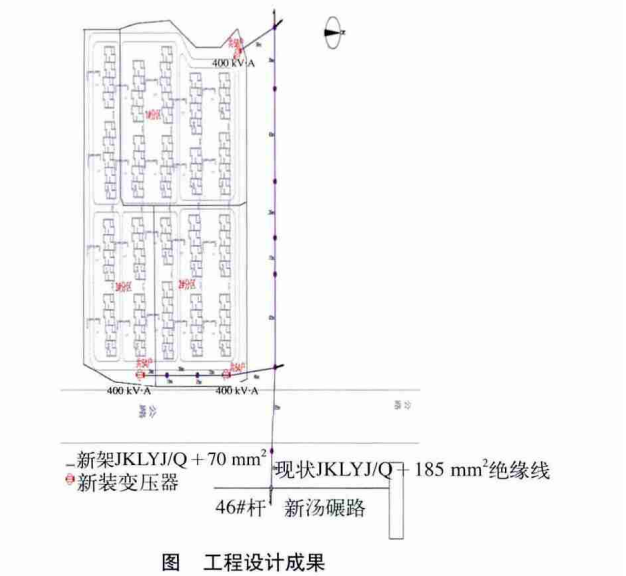

图　工程设计成果

结束语

电力负荷预测是一项工程量巨大，要求不断反复计算的复杂工作， 需要工程技术人员认真严谨对待的工作内容。负荷预测不仅是工程设计的重要组成部分，同时也是工程设计的前提和基础，其结果的准确性直接影响到设计结果的优劣，因此负荷预测结果对科学指导设计规划具有重要的意义。**EA**

（收稿日期：2016.10.30）

（编辑：白文亭）