

# 直流绝缘监测及接地点定位综合装置的设计与应用

## 1 引言

发电厂、变电所的直流系统是二次设备的电源。为保证二次设备可靠工作需要实时在线监测对直流系统绝缘薄弱环节作出预测。当直流电源系统发生一点接地故障时需立即排除否则再次发生接地可能会酿成重大事故。目前寻找接地故障的办法是依次拉合直流馈线人工查找接地线路。这种方法不仅费时费力而且不安全且有可能使继电保护或自动装置误动或拒动造成事故。所以需要研制一种既能预测直流系统绝缘状况又能查找接地故障点的安全自动装置。

## 2 装置的基本工作原理

### 1 常态下电网正负对地绝缘的监测方法

目前发电厂、变电所广泛使用的直流绝缘监视装置是利用一种对称的电桥当直流系统某一绝缘下降时破坏了电桥的平衡通过检测电桥的不平衡程度来反映直流电网的绝缘状况。但是当遇到正负绝缘均匀下降时这种装置失灵并且也不能自动检测电网的对地绝缘电阻值。为此需要探索一种新的检测方法。

将一星形电阻电路接入直流系统正负母线及大地之间,构成图1所示的不对称桥形电压取样电路。

图中R<sub>Z</sub>、R<sub>F</sub>分别代表直流系统正负极对地绝缘电阻,U为正负极间电压,R<sub>1</sub>、R<sub>2</sub>和R<sub>J</sub>为取样电阻,

R<sub>1</sub> R<sub>2</sub>。应用戴维南定律可得到图1的等值电路图2。图2中:

$$E_{\Sigma} = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_F}{R_Z + R_F} \right) U$$

$$R_{\Sigma} = R_1 // R_2 + R_Z // R_F$$

式中: R<sub>1</sub>//R<sub>2</sub> 为电阻 R<sub>1</sub> 和 R<sub>2</sub> 的并联值;

R<sub>Z</sub>//R<sub>F</sub> 为电阻 R<sub>Z</sub> 和 R<sub>F</sub> 的并联值。

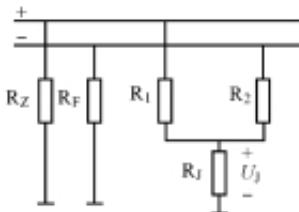


图1 不对称桥形电压  
取样电路

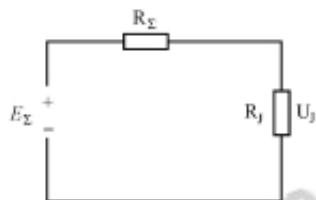


图2 图1的等值电路

根据等值电路图2可以得到:

$$U_J = \frac{E_{\Sigma}}{R_{\Sigma} + R_J} R_J \quad (1)$$

$$\text{则: } R_Z // R_F = \frac{U}{U_J} R_J \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{R_F}{R_Z + R_F} \right) - R_1 // R_2 - R_J \quad (2)$$

在图1中,如果将R<sub>J</sub>的接地端断开,则负母线对地电压U<sub>F</sub>为:

$$U'_F = \frac{UR_F}{R_Z + R_F}$$

所以

$$\frac{R_F}{R_Z + R_F} = \frac{U'_F}{U} \quad (3)$$

将式(3)代入式(2)得:

$$R_Z // R_F = \frac{U}{U_J} R_J \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} - \frac{U'_F}{U} \right) - R_1 // R_2 - R_3 \quad (4)$$

式中:U<sub>J</sub>为桥电阻R<sub>J</sub>上的电压;U<sub>F</sub>'为电阻断开后负母线对地电压。

R<sub>Z</sub>//R<sub>F</sub>反应了直流系统对地绝缘状况,通过采样U<sub>J</sub>、U及U<sub>F</sub>',可以利用(4)式连续实时检测直流系统对地绝缘。对于正负极绝缘均匀下降的情况,(4)式依然有效。

## 2.2 故障后接地电阻检测及故障定位方法

当直流系统对地绝缘电阻R<sub>Z</sub>//R<sub>F</sub>下降至25kΩ以下时认为系统出现了接地故障装置将一低频信号注入直流母线与大地之间穿套在各直流馈线支路上的弱电流传感器传回信号。由于每一条支路都存在对地电容和对地电阻所以该信号中包含容性电流分量I<sub>C</sub>和阻性电流分量I<sub>R</sub>两部分。可利用相敏电路检测出其中反应绝缘状况的阻性电流I<sub>R</sub>。依次检测各电路阻性电流找出大值I<sub>Rm</sub>同整定值I<sub>Rdz</sub>比较。如果I<sub>Rm</sub>>I<sub>Rdz</sub>则该支路为接地支路否则认为故障发生在母线上。

当电网正上出现接地故障时同步电压信号U<sub>T</sub>需从正母线上引出;负出现接地时U<sub>T</sub>从负母线引出;正负均匀故障时U<sub>T</sub>从正母线或负母线引出均可。在低频信号投入电网前桥电阻R<sub>J</sub>切除。接地性的判断可以根据正对地电压和负对地电压的大小确定。接地电阻R<sub>0</sub>=R<sub>Z</sub>//R<sub>F</sub>其数值可在低频信号投入前依据(4)式确定。由于接地故障支路上存在较大的低频电流信号并且这一电流信号在接地点处流入大地而消失所以可以通过检测这一低频电流信号存在与否确定接地点的具体位置。

## 3 装置的研制及其应用

根据上述原理研制出微机直流绝缘监视及故障点定位综合装置。该装置由主机、弱电流传感器和检测器3部分组成系统构成如图3所示。装置由80C196单片机实施控制及数据处理任务。常态下单片机控制桥电阻R<sub>J</sub>的投切并经电压取样电路采样U<sub>J</sub>、U和U<sub>F</sub>'利用数学模型计算电网正负对地绝缘电阻经数码显示器显示阻值及正负母线间电压。

当电网正或负上出现电阻小于25kΩ的单点接地故障或正负绝缘均匀下降至80kΩ以下时单片机控制继电器动作切除R<sub>J</sub>并将低频信号源投入。这一信号经隔离变压器及电容器耦合到正负母线与大地之间同步电压形成电路用来产生相敏电路所需的同步信号。单片机控制多路开关依次处理各直流馈线上弱电流传感器传回的信号采用2.2中所述原理找出故障支路或母线。如是支路故障数码显示器显示接地支路号及接地电阻值报警器发出较长节奏的报警声;如是母线故障数码显示器只显示接地电阻值报警器发出短促的报警声。通过比较正负母线对地电压的大小确定接地线路的性红灯亮表示正接地绿灯亮表示负接地。接地支路找到后利用检测器查找接地点。检测器首端采用钳形磁路后端经信号处理电路、放大及灵敏度调整电路驱动发光二极管及蜂鸣器。将钳形磁路钳住接地支路从母线端向负荷端移动发光二极管发光并有音响音响消失及发光二极管灯灭处即接地点。

## 4 安科瑞绝缘监测选型

随着工业科技的发展,漏电流对工业生产安全构成了很大的威胁。为了提高供电的连续性和可靠性,许多重要生产场所采用了不接地供电系统。安科瑞AIM-T系列工业用绝缘监测仪主要应用于工业领域如矿井、玻璃厂、电炉和试验设

备、冶金厂、化工厂、爆炸危险场所、计算机中心及应急电源等的交流不接地系统中，用来实时监测系统对地的绝缘状况，当系统出现接地故障时，及时报警，提醒相关人员排查故障。产品的设计严格按照国家标准和规范进行。安科瑞AIM-T系列绝缘监测仪主要应用在工业场所IT配电系统中，用来监测IT系统对地的绝缘状况，在系统出现绝缘故障时及时报警，以提醒电气维护人员对故障及时排查。产品主要包括AIM-T300、AIM-T500两大系列，其中两款绝缘监测装置除去适用电压等级不同以外，均适用于纯交流、纯直流以及交直流混合的系统。

符合标准：IEC61557-8-2007《交流1000V和直流1500V以下低压配电系统电气安全防护检测的试验、测量或监控设备：IT系统中的绝缘监控装置》

GB/T18268.24-2010《测量、控制和试验室用的电气设备电磁兼容性要求24部分：特殊要求符合IEC61557-8的绝缘监控装置和符合IEC61557-9的绝缘故障定位设备的试验配置、工作条件和性能判据》

#### (1)工业IT绝缘监测仪

安科瑞绝缘监测仪是用于监测IT配电系统（不接地系统）对地绝缘状况的仪表。产品采用微控制器技术，集成度高，体积小，安装方便，集智能化、数字化、网络化于一身。具有测量范围广、反应速度快、允许系统泄漏电容大等特点。同时其拥有丰富的功能，绝缘故障预警、故障报警、事件记录、互联、参数自由设置。可用于矿井、玻璃厂、电炉和试验设备、冶金厂、化工厂、爆炸危险场所、计算机中心以及应急电源等工业场所的IT配电系统中，实时监测IT配电系统对地的绝缘状况，当发生绝缘故障时，及时报警，提醒工作人员排查故障。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/news/205219.html>