

## (1) 几种接地概念

### 1. 保护接地

保护接地，就是将电气设备不带电的金属部分与接地体之间作良好的金属连接。

当没有保护接地的电气设备绝缘损坏时，其外壳有可能带电，如果人体触及电气设备的外壳就可能被电击伤或造成生命危险。在中性点直接接地的电力系统中，接地短路电流经人身、大地流回中性点；在中性点埋直接接地的电力系统中，接地电流经人体流入大地，并经线路对地电容构成通路，两种情况都能造成人身触电。如果装有接地装置的电气设备绝缘损坏使外壳带电时，接地短路电流将同时沿着接地体和人体两条通路流过，我们知道：在一个并联电路里，通过每条支路的电流值与电阻的大小成反比，即式中

$I_R/I'd = r_d/r_R$ 。  $I'd$ ——沿接地体流过的电流；  $I_R$ ——流经人体的电流；  $r_R$ ——人体的电阻；  $r_d$ ——接地装置的接地电阻。

由上式可以看出，接地装置的接地电阻越小，流经人体的电流也越小，通常人体电阻要比接地电阻大数百倍，流经人体的电流也比流过接地体的电流小数百倍。当接地电阻级小时，流过人体的电流几乎等于零。即  $I_d \approx I'd$ 。实际上，由于接地电阻很小，接地短路电流流过时所产生的压降很小，故外壳对大地的电压是不高的。人站在大地上去碰触外壳时，人体所承受的电压很低，不会有危险。所以，加装保护接地装置并且降低它的接地电阻是避免触电危险的有效措施。

### 2. 工作接地

将电力系统中的某一点（通常是中性点）直接或经特殊设备（如消弧线圈、阻抗、电阻等）与大地作金属连接，称为工作接地。

工作接地的作用如下：

①主要是中性点接地，这是系统运行的需要。在高压系统里。采取中性点接地方式可使接地继电保护准确动作并消除单相电弧接地过电压。中性点接地可以防止零序电压偏移，保持三相电压基本平衡，对于低压系统很有意义，可以方便使用单相电源。另外在两线一地供电系统中，由于将一相工作接地，借助大地作一相导体，降低了线路建设投资。

②降低人体的接触电压：在中性点绝缘的系统中，当一相接地，而人体又触及另一相时，人体所受到的接触电压将超过相电压而成为线电压，即为相电压的 $\sqrt{3}$ 倍。当中性点接地时，因中性点的接地电阻很小或近似于零，与地间电位差亦近似于零，当一相碰地而人体触及另一相时，人体的接触电压只接近或等于相电压。因此降低了人体的接触电压。

③迅速切断故障设备在中性点绝缘的系统中，当一相接地时接地电流很小，因此，保护设备不能迅速动作切断电流，故障将长期持续下去。在中性点接地系统中就不同了，当一相接地时，接地电流成为很大的单相短路电流，保护设备能准确而迅速动作切断故障线路，保证其他线路和设备正常运行。

④降低电气设备和电力线路的设计绝缘水平：如上所述，因中性点接地系统中一相接地时，其它两相的对地电压不会升高至相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，而且近似于或等于相电压，所以在中性点接地系统中，电气设备和线路在设计时，其绝缘水平只按相电压考虑。故降低了建

设费用，节约了投资。

### 3.重复接地

在有重复接地的低压供电系统中，当发生接地短路时，能降低零线的对地电压；当零线发生断路时，能使故障程度减轻；对照明线路能避免因零线断线又同时发生某相碰壳时而引起的烧毁灯泡等事故。

在没有重复接地的情况下，当零线发生断线时，在断线点后面只要有一台用电设备发生一相碰壳短路，其他外壳接零设备的外壳上都会存在着接近相电压的对地电压。而有重复接地时，断线点后面设备外壳上的对地电压  $U_d$  的高低，由变压器中性点的接地电阻与重复接地装置的接地电阻分压决定，即  $U_d = U_x \cdot r_n / (r_0 + r_n)$ 。式中  $U_d$  即设备外壳上的对地电压； $U_x$ ——相电压； $r_0$ ——变压器中性点接地电阻； $r_n$ ——重复接地电阻。一般  $r_n > r_0$  故外壳电压仍然较高，对人体仍可造成危害。如果是多处重复接地（并联），则接地电阻值很低，零线断路点后面碰相外壳的对地电压  $U_d$  也就很小，对人体的危险就会大大减轻。

由上述分析可知，零线断线是影响安全的不利因素，故应尽量避免发生零线断线现象。这就要求在零线施工时注意安装质量，零线上不得装设保险丝及开关设备，同时在运行中注意加强维护和检查。

### 4.中性点，零点和中性线、零线

发电机、变压器和电动机的三相绕组星形连接的公共点称为中性点，如果三相绕组平衡，由中性点到各相外部接线端子间的电压绝对值必然相等。如果中性点是接地的，则该点又称作零点。从中性点引出的导线，称作中性线；从零点引出的导线，称作零线。

### 5.防雷接地

为把雷电流迅速导入大地以防止雷害为目的的接地叫作防雷接地。防雷接地装置包括以下部分：

①雷电接受装置：直接或间接接受雷电的金属杆（接闪器）如避雷针、避雷带（网）、架空地线及避雷器等。

②接地线（引下线）：雷电接受装置与接地装置连接用的金属导体。

③接地装置：接地线和接地体的总和。雷电接受装置、引下线和接地装置总称为防雷保护装置。

各种防雷接地装置的工频接地电阻，一般应根据落雷时的反击条件来确定。防雷装置与电气设备的工作接地合用一个总的接地网时，接地电阻应符合其中最小值的要求，各类防雷专用接地装置的接地电阻，一般不大于下列数值：

\*室外单独装设的避雷针，一般不大于  $10\Omega$ ，在高土壤电阻率地区，在满足不反击的条件下，也可适当增大；

\*变电所构架上允许装设的避雷针，其接地点除与主接地网相连外，还应做集中接地装置（接地电阻不大于  $10\Omega$ ），但避雷针的接地点与主变压器的接地点在地中沿接地体的长

度必须大于 15m;

\*电力线路架空避雷线的接地电阻, 根据土壤电阻率不同, 分别为 10~30Ω;

\*单独装设的阀型避雷器、管型避雷器、保护间隙其接地电阻为 10Ω;

\*烟囱的避雷针接地电阻为 30Ω;

\*水塔上避雷针接地电阻为 30Ω;

\*架空引入线瓷瓶脚接地电阻为 20Ω。

## 6. 静电接地

将带静电物体或有可能产生静电的物体（非绝缘体）通过导静电体与大地构成电气回路的接地叫静电接地。静电接地电阻一般要求不大于 10Ω

### (2) 防静电接地和其它几种接地关系

防静电工程中静电防护区的地线较为常用的敷设方法有两种：一种是专从埋设的地线接地体引出的接地线，单独敷设到生产线的防静电作业岗位。以便做静电泄漏之用，单独敷设的接地导线通常使用大于 1mm 厚，约 25mm 宽镀锌铁皮或用截面大于 4~6mm<sup>2</sup> 的铜芯软线单独引入；二是采用三相五线制供电系统中的地线，引出电源零线的同时，单独引出大地地线作防静电接地母线，工程上称谓“一点引出电阻隔离”，电源主变电箱至大地的接地电阻应小于 4Ω。

在一般情况下静电接地可以和保护接地或有重复接地的的工作接地共用一个接地体。静电接地应尽可能避开和某些精密仪器的信号接地、微小参量仪器的接地共用一个接地体。因为静电接地泄放静电有时可产生较高脉冲，对仪器产生干扰。

静电接地应和防雷接地分开。因为防雷接地在泄放雷电流时，可产生较高反击电压，通过静电接地能将反击电压引入静电防护区造成安全事故或将仪器设备损坏。在工程中静电接地应与防雷接地相隔 20m 距离。

对于某些建筑物，由于在设计中以将防雷接地和其他接地共用一个接地体，此时系统接地电阻必须小于 1Ω。另外在其它地线支路（不包括防雷地线支路）必须装设防反击的装置（压敏元件等）和防雷接地连接，形成等电位体。