

电工技术与电子技术



第5章 三相交流电路

主讲教师：徐瑞东



安全用电

主讲教师：徐瑞东





安全用电

主要内容:

触电的方式; 保护接地和保护接零。

重点难点:

接地和接零的保护作用。



安全用电

1. 触电方式

(1) 接触正常带电体

(a) 电源中性点接地的单相触电

这时人体处于相电压下，危险较大。

通过人体电流：

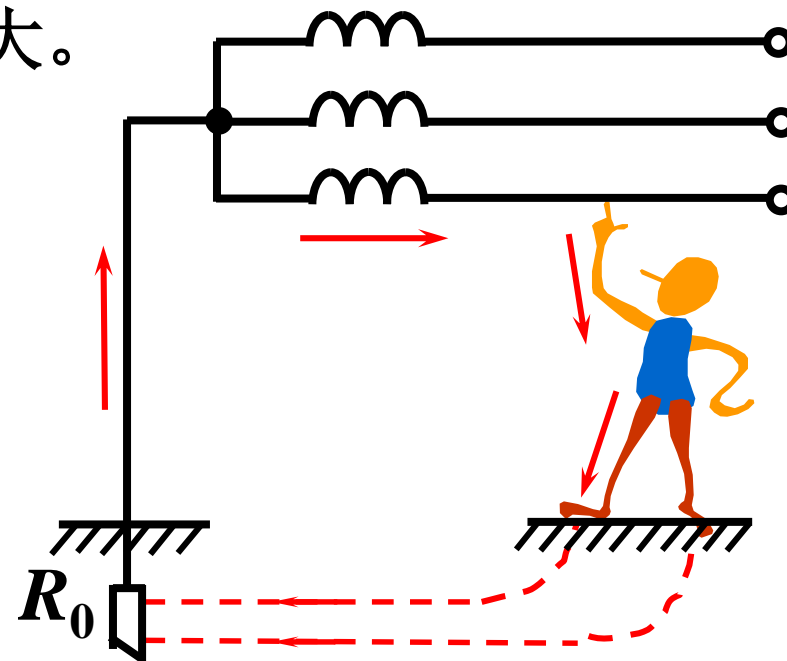
$$I_b = \frac{U_P}{R_0 + R_P} = 219\text{mA} \gg 50\text{mA}$$

式中：

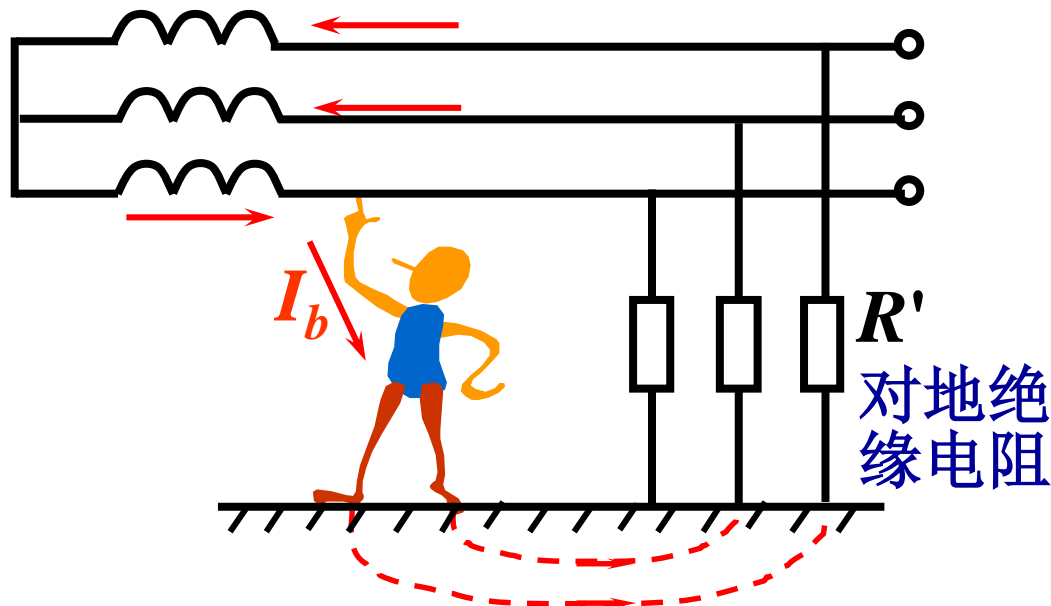
U_P ：电源相电压 (220V)

R_0 ：接地电阻 $\leq 4\Omega$

R_b ：人体电阻 1000Ω



(b) 电源中性点不接地系统的单相触电



人体接触某一相时，通过人体的电流取决于人体电阻 R_b 与输电线对地绝缘电阻 R' 的大小。

若输电线绝缘良好，绝缘电阻 R' 较大，对人体的危害性就减小。

但导线与地面间的绝缘可能不良(R' 较小)，甚至有一相接地，这时人体中就有电流通过。

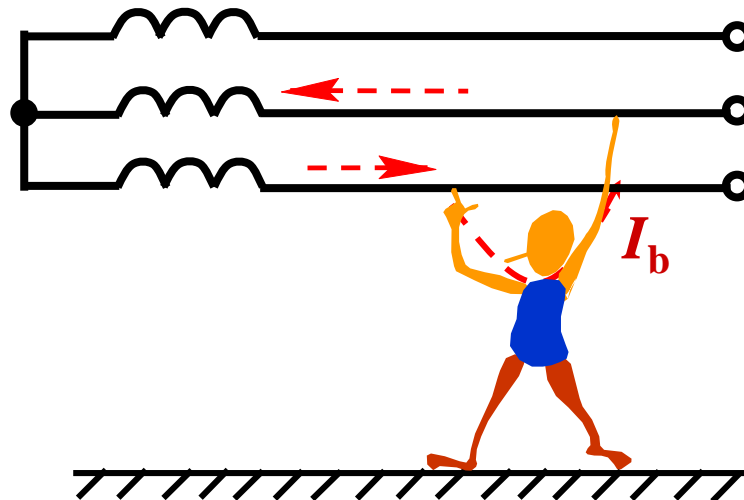
(c) 双相触电

这时人体处于线电压下

通过人体的电流:

$$I_b = \frac{U_l}{R_b} = \frac{380}{1000} = 0.38 \text{ A} \\ = 380 \text{ mA} \gg 50 \text{ mA}$$

触电后果更为严重



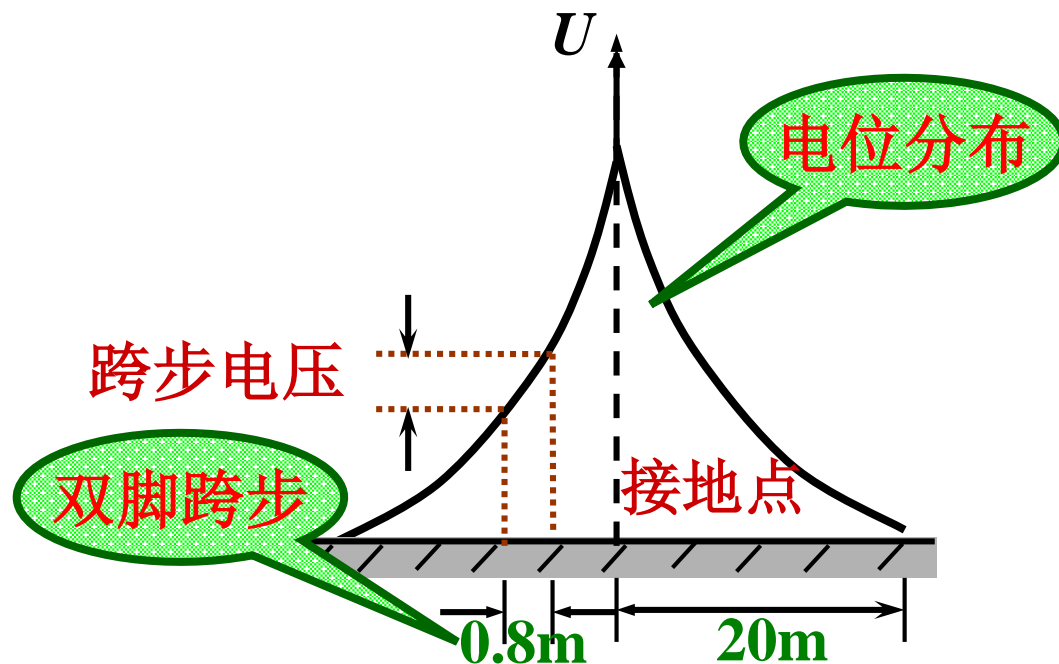
双相触电

(2) 接触正常不带电的金属体

当电气设备内部绝缘损坏而与外壳接触，将使其外壳带电。当人触及带电设备的外壳时，相当于单相触电。大多数触电事故属于这一种。

(3) 跨步电压触电

在高压输电线断线落地时，有强大的电流流入大地，在接地点周围产生电压降。如图所示。



当人体接近接地点时，两脚之间承受跨步电压而触电。跨步电压的大小与人和接地点距离，两脚之间的跨距，接地电流大小等因素有关。

一般在20m之外，跨步电压就降为零。如果误入接地点附近，应双脚并拢或单脚跳出危险区。

2. 接地和接零

为了人身安全和电力系统工作的需要，要求电气设备采取接地措施。按接地目的的不同，主要分为工作接地、保护接地和保护接零。

(1) 工作接地

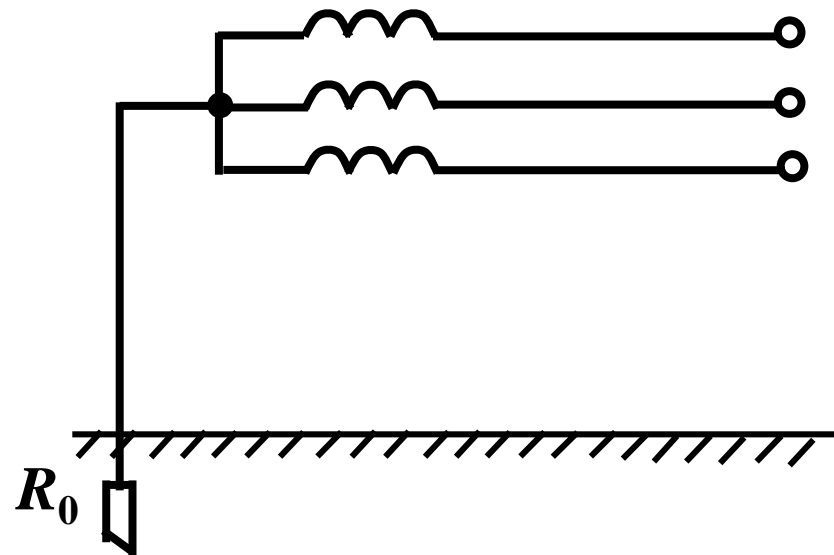
即将中性点接地。

目的：

- (a) 降低触电电压
- (b) 迅速切断故障

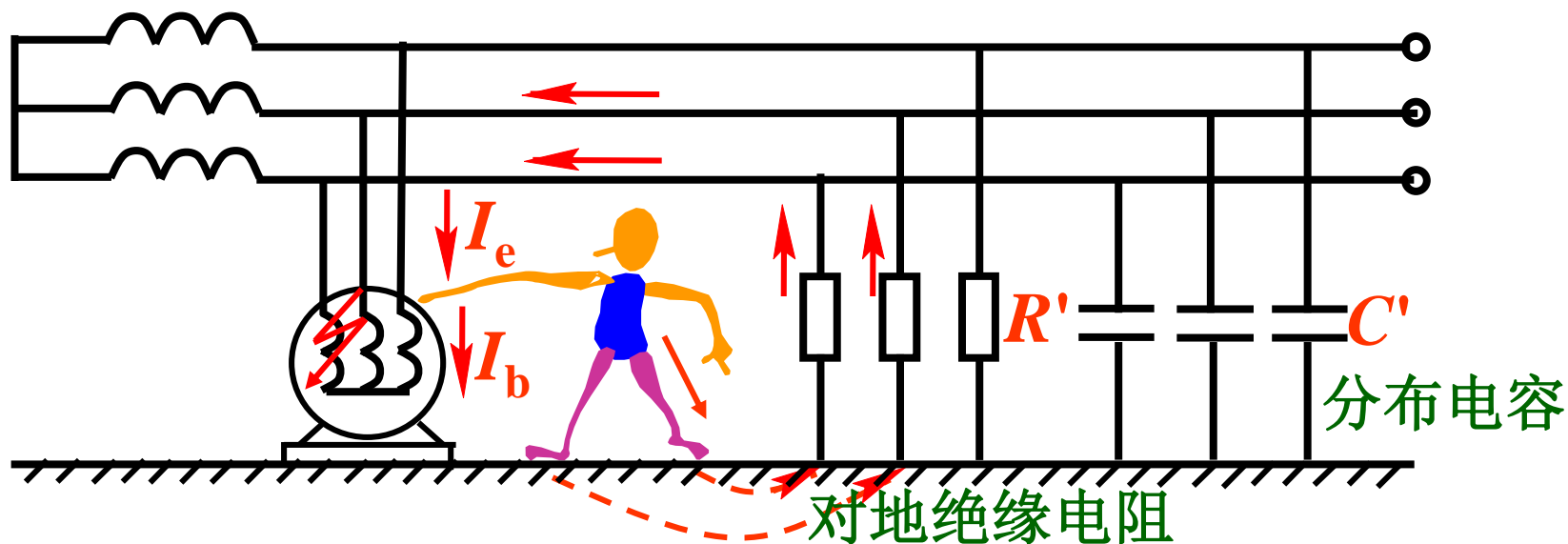
在中性点接地的系统中，一相接地后的电流较大，保护装置迅速动作，断开故障点。

- (c) 降低电气设备对地的绝缘水平



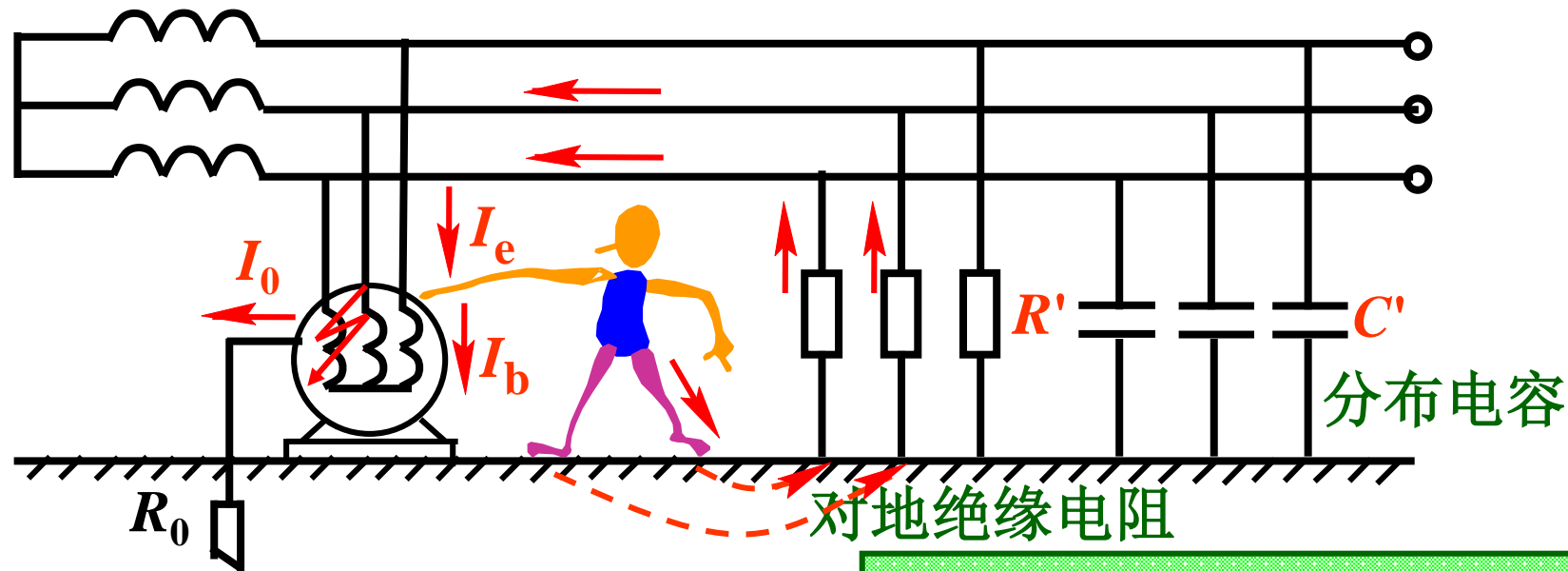
(2) 保护接地

电气设备外壳未装保护接地时



当电气设备内部绝缘损坏发生一相碰壳时：由于外壳带电，当人触及外壳，接地电流 I_e 将经过人体入地后，再经其它两相对地绝缘电阻 R' 及分布电容 C' 回到电源。当 R' 值较低、 C' 较大时， I_b 将达到或超过危险值。

保护接地：将电气设备的金属外壳(正常情况下是不带电的)接地。(用于中性点不接地的低压系统)



电气设备外壳有保护接地时

通过人体的电流：
$$I_b = I_e \frac{R_0}{R_0 + R_b}$$

∴通过人体的电流可减小到安全值以内。

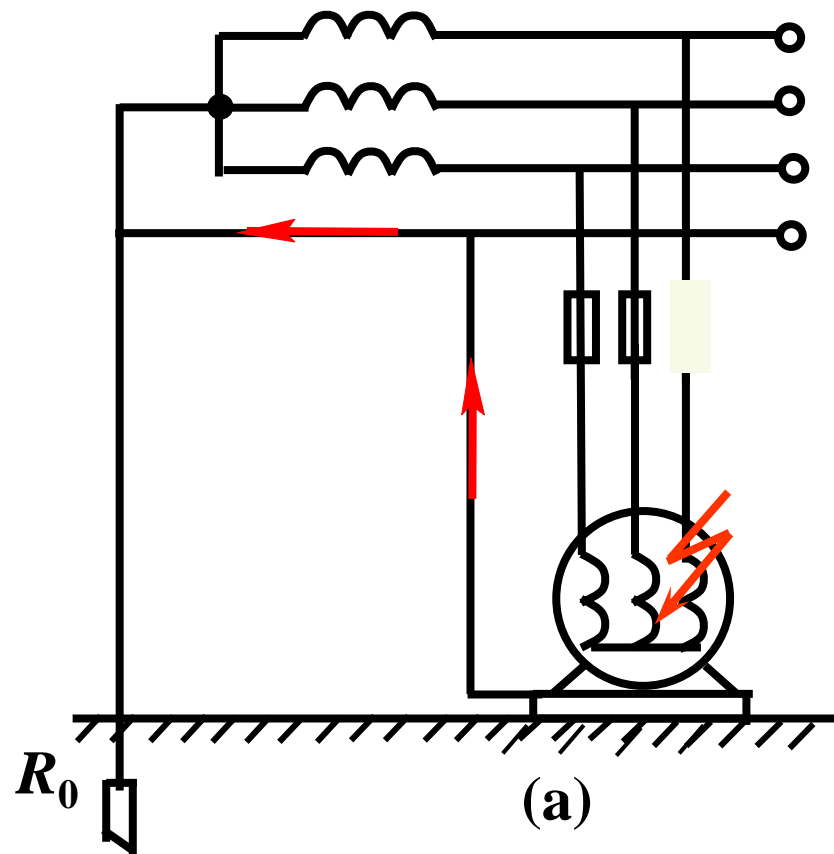
利用接地装置的分流作用来减少通过人体的电流。

R_b 与 R_0 并联，且 $R_b \gg R_0$

(3) 保护接零（用于 380V / 220V 三相四线制系统）

将电气设备的外壳可靠地接到零线上。

当电气设备绝缘损坏造成一相碰壳，该相电源短路，其短路电流使保护设备动作，将故障设备从电源切除，防止人身触电。



把电源碰壳，变成单相短路，使保护设备能迅速可靠地动作，切断电源。

注：中性点接地系统

(1)不允许采用保护接地，只能采用保护接零；

(2)不准保护接地和保护接零同时使用。

中性点接地系统中如采用保护接地：

当A相绝缘损坏碰壳时，接地电流

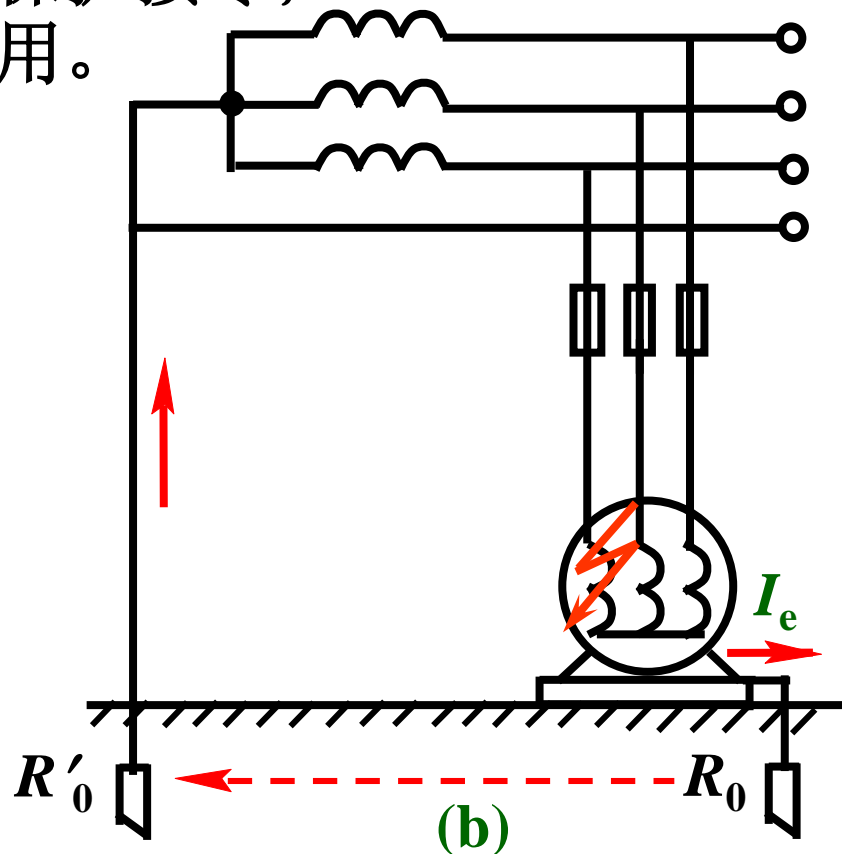
$$I_e = \frac{U_p}{R_0 + R'_0}$$

式中： R_0 ：保护接地电阻 4Ω

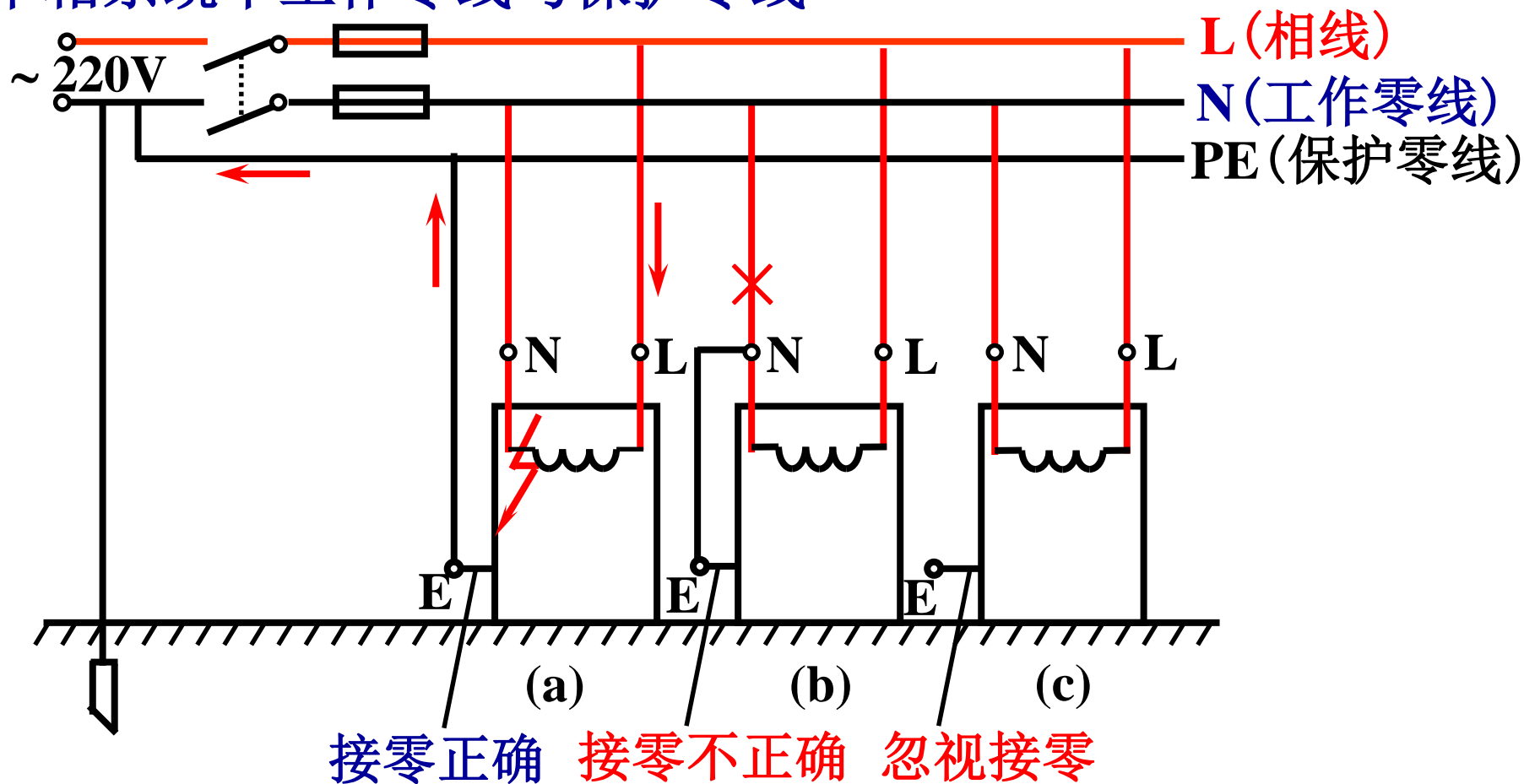
R'_0 ：工作接地电阻 4Ω

$$I_e = \frac{220}{4 + 4} = 27.5A$$

此电流不足以使大容量的保护装置动作，而使设备外壳长期带电，其对地电压为110V。



(4) 单相系统中工作零线与保护零线



为了确保设备外壳对地电压为零, 专设**保护零线** PE。



小 结

1. 触电方式

- (1) 接触正常带电体
- (2) 接触正常不带电的金属体
- (3) 跨步电压触电

2. 接地与接零

- (1) 工作接地
- (2) 保护接地
- (3) 保护接零
- (4) 单相系统中的保护零线

