



供电系统的保护接地与防雷

内容提要：概述供电系统的保护接地与防雷保护。



供电系统的保护接地与防雷

第一节 供电系统的保护接地

第二节 供电系统的防雷保护



第一节 供电系统的保护接地

一、电流对人体的危害

电流对人体的伤害程度与通过人体电流的强度、持续时间、频率、路径及人体健康状况等因素有关。电流大小不同，引起人体的生理、病理效应不同。我国规定触电时间不超过1s的安全电流为**30mA(50Hz)**。一般情况下通过人体的工频电流超过**50mA**时，心脏就会停止跳动，发生昏迷，并出现致命的电烧伤。工频**100mA**电流通过人体时，很快使人致命。

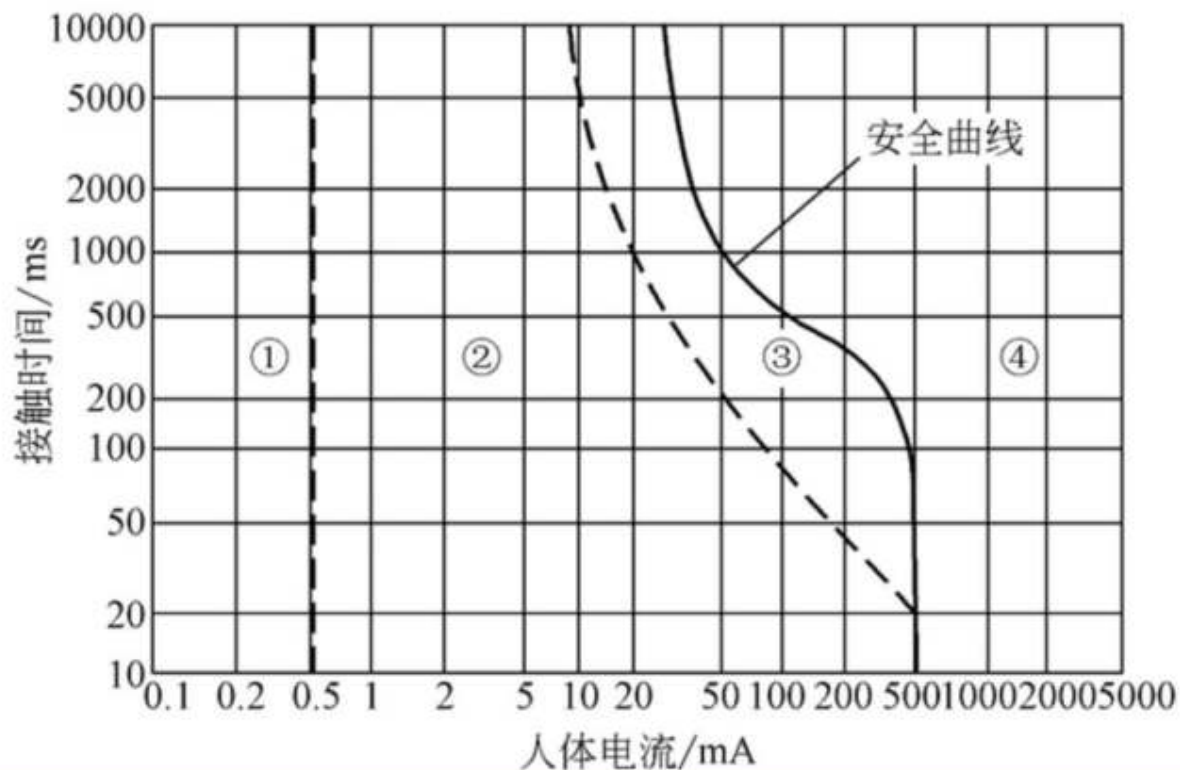


图5-1 是人体触电时间与通过人体电流对人身机体反应的曲线

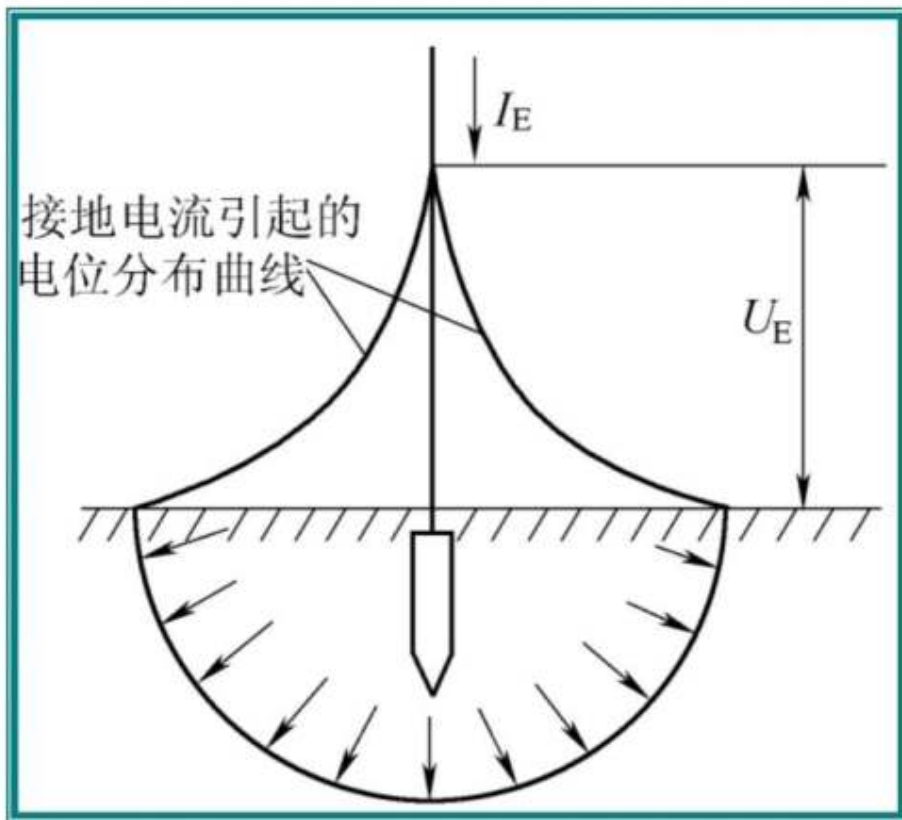


二、接地和接地装置

1. 接地的基本概念

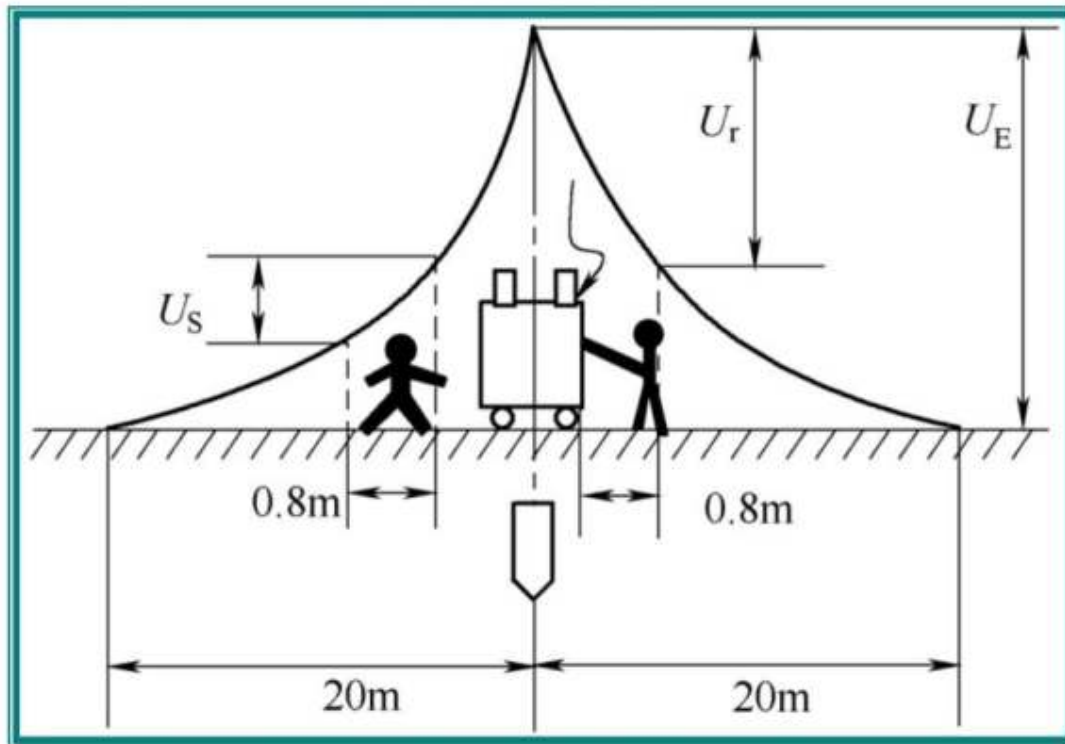
- 电气设备的某部分与大地之间做良好的电气连接，称为接地。
- 接地装置是由接地体和接地线两部分组成的。
- 埋入地中并直接与大地接触的的金属导体，称为接地体或接地极。
- 接地体与电气设备的金属外壳之间的连接线，称为接地线。
- 由若干接地体在大地中相互用接地线连接起来的一个整体，称为接地网。

2. 接地装置的散流效应



接地电流、对地电压及接地
电流电位分布曲线

- ✓ 当电气设备发生接地故障时，电流就通过接地体向大地作半球形散开，这一电流称为接地电流— I_E 。
- ✓ 试验表明，在距单根接地体或接地故障点20m左右的地方，实际上散流电阻已趋近于零，电位为零的地方，称为电气上的“地”或“大地”。电气设备的接地部分与零电位的“地”（大地）之间的电位差，就称为接地部分的对地电压，如图中的 U_E



➤ 接触电压是指设备的绝缘损坏时，在身体可同时触及的两部分之间出现的电位差。

➤ 跨步电压是指在故障点附近行走，两脚之间出现的电位差

跨步电压和接触电压示意图



3. 接地电阻的组成及电力系统对接地电阻的要求

(1) 决定接地电阻的因素

a) 土壤电阻: 土壤电阻的大小用土壤电阻率表示。土壤电阻率就是体积为一立方厘米的正立方体土壤的电阻值。

b) 接地线: 自然接地线包括建筑物的金属结构，生产用的金属构架如吊车轨道、配电装置外壳，布线的钢管，电缆外皮以及非可燃和爆炸危险的工业管道等。

c) 接地极 : 自然接地极主要有：地下水管道，非可燃、非爆炸性液、气金属管道；建筑物和构筑物的金属结构和电缆外皮。

(2) 电力系统对接地电阻的要求

电力系统在不同情况下对接地电阻的要求是不同的。具体内容见表**5-3**

序号	项 目		接地电阻 R_E/Ω	备 注
1	1000V以上大接地电流系统		$R_E \leq 0.5$	使用于系统接地
2	1000V以上小 接地电流系统	与低压电气设备共用	$R_E \leq \frac{120}{I}$	1)对接有消弧线圈的变电所 或电气设备接地装置, I 为同一 接地网消弧线圈总额定电流 的125% 2)对不接消弧线圈者按切断 最大一台消弧线圈, 电网中残 余接地电流计算, 但不应小于 30A
3		仅用于高压电气设备	$R_E \leq \frac{250}{I}$	
4	1000V以下低 压电气设备接 地装置	一般情况	$R_E \leq 4$	
5		100kVA及以下发电机 和变压器中性点接地	$R_E \leq 10$	
6		发电机与变压器并联 工作, 但总容量不超过 100kVA	$R_E \leq 10$	

4. 工频接地电阻的计算

不同类型的单个接地极的接地电阻计算公式，在设计手册中均有介绍，读者可根据需要参考有关设计手册。在实际的供电系统设计中，往往单个接地极的接地电阻不能满足某些系统对接地电阻的要求，因此，必须将数根接地极进行并联成组。

$$R_{Eg} = \frac{R'_{Eg}}{n\eta_g}$$

R'_{Eg} —— 人工接地极(以管例)根阻 (Ω)

n —— 接地极的根数

η_g —— 接地极的利用系数，根据接地极布置情况，根数及其距而定；可相关手册

R_{Eg} —— 人工接地极的 (Ω)

组合接地极是用扁钢连接的

$$R_{Eb} = \frac{R'_{Eb}}{\eta_b}$$

R_{Eb} ——度z的扁考利用系数的阻 (Ω)

R'_{Eb} ——度z的扁，未考利用系数影响前的阻 (Ω)

η_b ——扁的利用系数。可相关手册。

人工接地网的总接地电阻

$$R_{EM} = \frac{R_{Eg} R_{Eb}}{R_{Eg} + R_{Eb}}$$

人工接地极组的总电阻为

$$R_{Eg} = \frac{R_{EM} R_{Eb}}{R_{Eb} - R_{EM}}$$

钢管数 $n = \frac{R'_{Eg}}{R_{Eg} \eta_g}$

扁钢 $n = \frac{0.9R'_{Eg}}{R_{Eg} \eta_g}$



5. 冲击接地电阻的计算

冲击接地电阻 $R_{sh} = \alpha_{sh} R_E$

R_{sh} —— 冲接地阻 (Ω)

α_{sh} —— 接地体的冲系数

R_E —— 工接地阻 (Ω)

三、保护接地

- 为保证人体触及意外带电的电气设备时的人身安全，而将电气设备的金属外壳进行接地即为保护接地（又称安全接地）。
- 工作接地是为保证电力系统和电气设备达到正常工作要求而进行的一种接地，例如电源中性点的接地等。
- 依据低压配电系统的对地关系、电气设备（或装置）的外露可导电部分的对地关系以及整个系统的中性线（**neutral wire**，简写**N**线）与保护线（**protective wire**，简写**PE**线）的组合情况，低压配电系统接地型式有**IT**系统、**TT**系统和**TN**系统（包括**TN-C**、**TN-S**、**TN-C-S**系统）共**5**种。



第1个字母表示系统电源端与地的关系；

- T—表示电源端有一点直接接地；
- I—表示电源端所有带电部分不接地或经消弧线圈(或阻抗)接地。

第2个字母表示系统中的电气设备(或装置)外露可导电部分与地的关系；

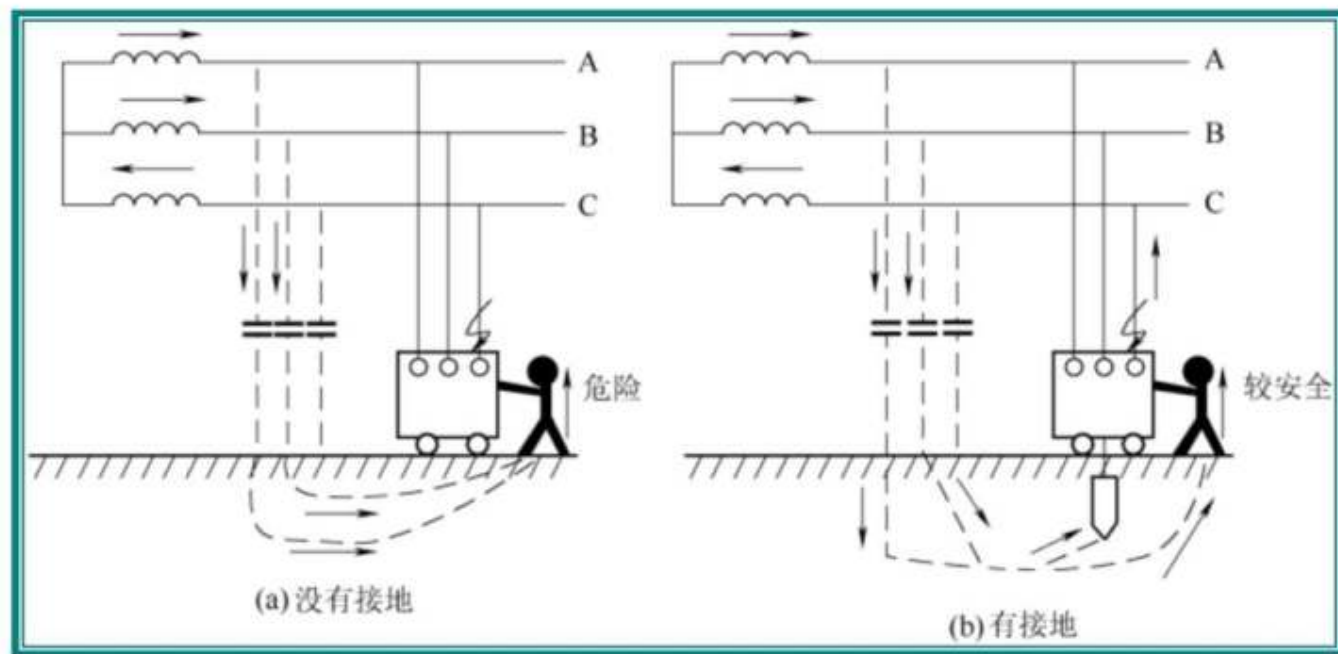
- T—表示电气设备(或装置)外露可导电部分与大地有直接的电气连接；
- N—表示电气设备(或装置)外露可导电部分与配电系统的中性点有直接的电气连接。

第2个字母后的字母：表示系统的中性线和保护线的组合关系；

- C—表示整个系统中性线与保护线共用；
- S—表示整个系统中性线与保护线是分开的；
- CS—表示系统中有一部分中性线与保护线是共用的。

1、IT系统

电源小电流接地系统的保护接地方式，电气设备的不带电金属部分直接经接地体接地。10KV供电线路及煤矿井下660V, 380V配电线路均为IT系统。煤安规程规定井下严禁中性点直接接地变压器供电。

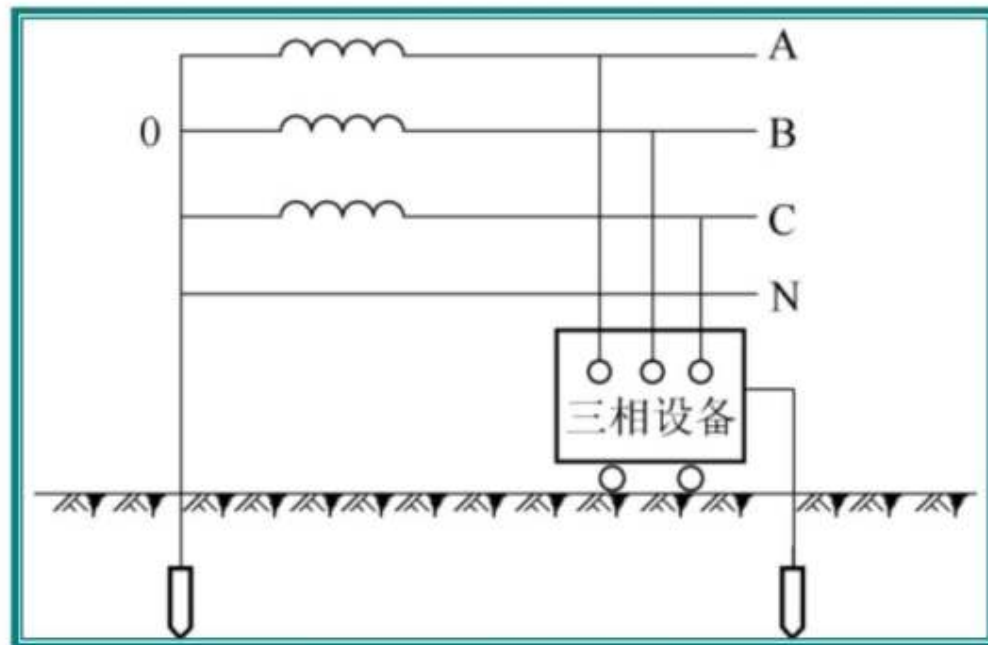


电气设备的保护接地（IT系统）

以井下660/380系统为例，不采取接地保护时人体接触漏电设备时通过人体的漏电流约为154ma，采取接地保护后人体接触漏电设备通过的漏电流约0.8ma，因此应采取接地保护及漏电保护来保证人身安全。

2、TT系统

配电系统的中性线N引出，但电气设备的不带电金属部分经各自的接地装置直



TT系统

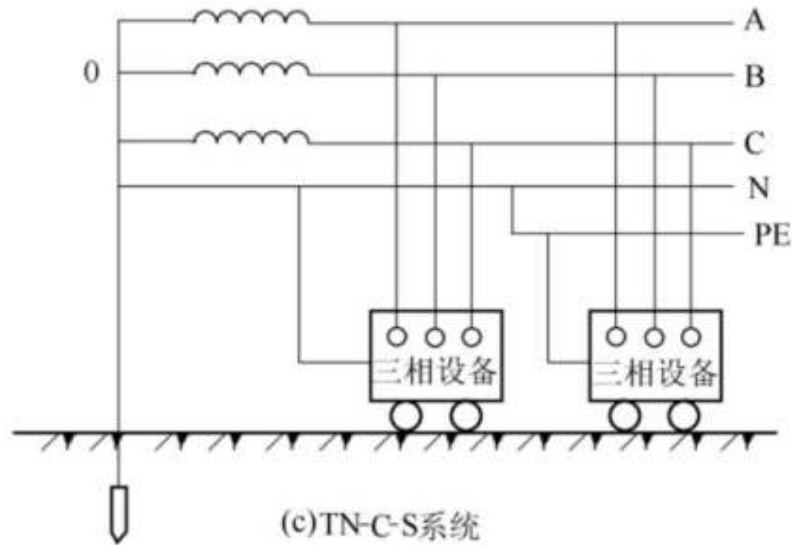
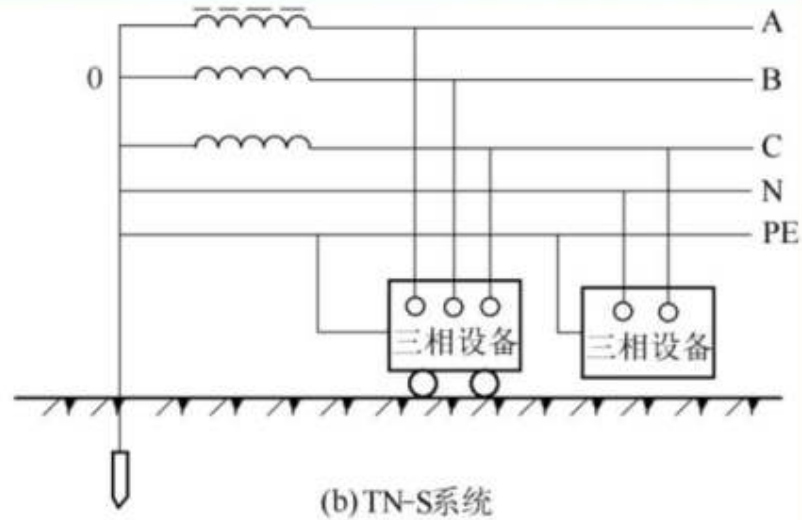
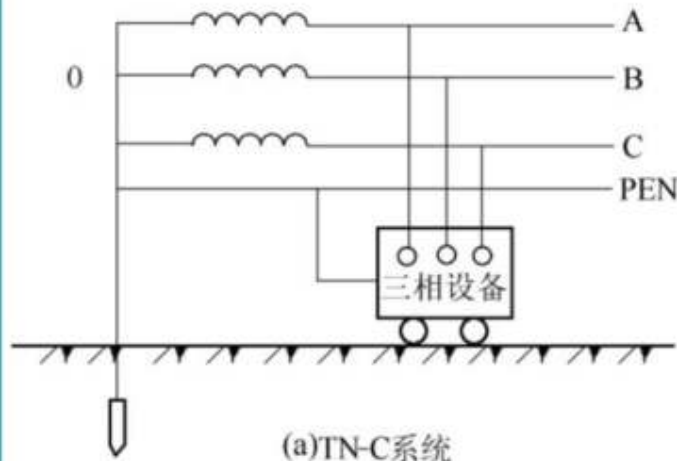
接接地

以380/220V系统为例，TT系统中设备外壳不采取接地保护发生人体触电时流过人体的电流约120ma，采取接地保护后通过人体的触电电流约为65ma，因此TT系统设备接地只是降低了人体触及带电设备的危险程度，也不足以将人体触及带电设备通过人体的电流降低到30ma的安全值以下，因此采用TT系统必须在电源开关处加装漏电保护或者使设备接

地电阻降至0.5欧以下。



3. TN系统



四、共同接地与重复接地

1、共同接地

要想用简单可靠的方法保证安全，就应当采取共同接地的方式(见图5-9)。这样就可以将两相分别接地短路变成相间短路，迅速使保护装置动作。

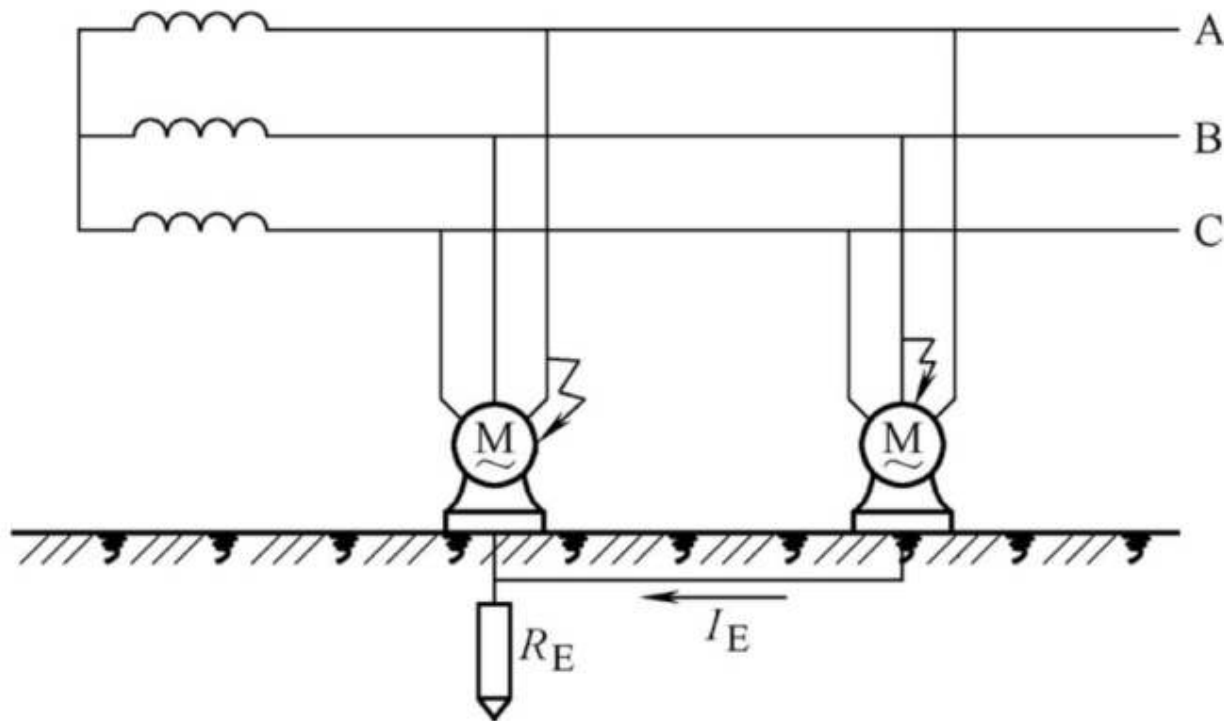


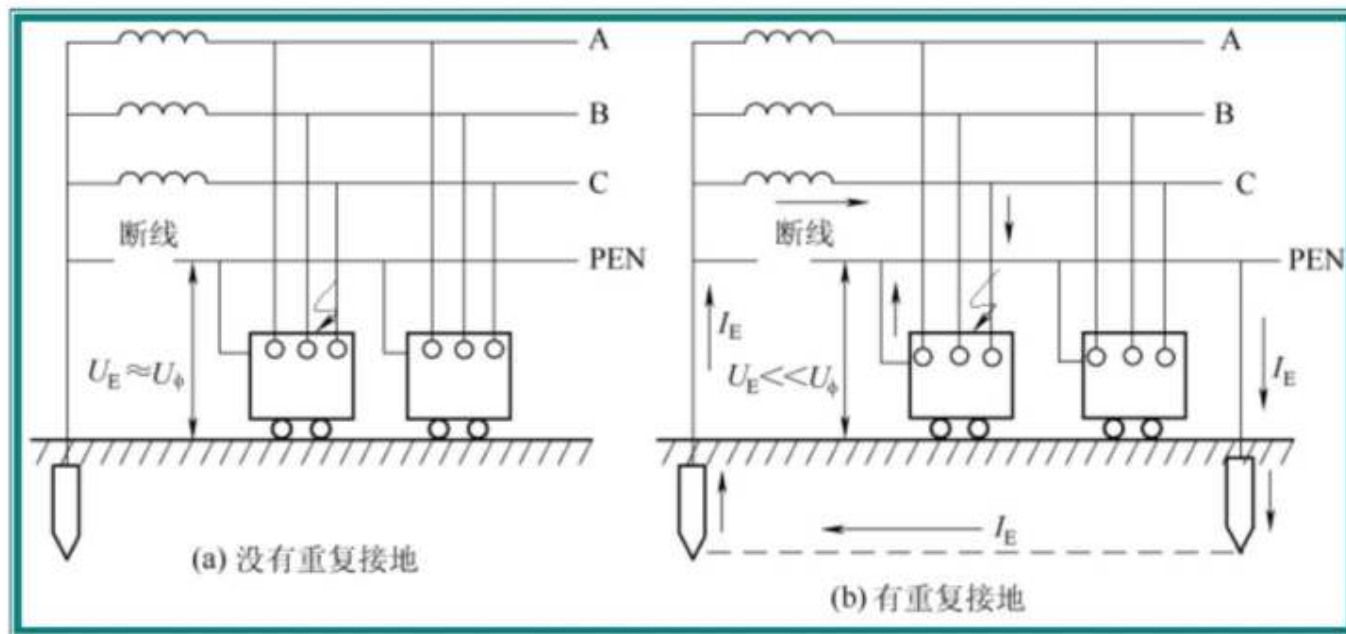
图5-9 共同接地



2、重复接地

同一低压系统中，不能有的采取保护接地，有的又采取保护接零，否则当采取保护接地的设备发生单相接地故障时，采取保护接零的设备外露可导电部分将带上危险的电压。中性点不接地系统中的设备不允许采用保护接零。因为任一设备发生碰壳时都将使所有设备外壳上出现近于相电压的对地电压，这是十分危险的。在中性线上不允许安装熔断器和开关，以防中性线断线，失去保护接零的作用，为安全起见，中性线还必须实行重复接地，以保证接零保护的可靠性。

在中性点直接接地的低压电力网中采用接零时，将零线上的一点或多点再次与大地作金属性连接，称为**重复接地**。



重复接地可在系统中发生碰壳短路时降低零线的对地电压，减轻触电的危险。当采用保护接零而零线断裂时，如果在断线后的电力设备有一相碰壳，则后面的零线会带上相电压，造成危险。采用了重复接地后，接在断裂处后面的所有电气设备外壳上的对地电压 $U < U_\phi$ ，危险程度降低。

五、漏电保护器的应用

漏电保护（又称剩余电流保护）是从泄漏电流，人体触电等非金属性单相接地故障考虑，用来保护人身及设备安全的一种保护方式。

漏电保护器的类型按其工作原理可分为电压动作型、电流动作型、电压电流动作型、交流脉冲型和直流动作型等。由于电流动作型的检测特性较好，既可作全系统的总保护，也可作各干线、支线的分级保护，所以是目前应用较为普遍的一种。

电流动作型漏电保护器主要由零序电流互感器、脱扣机构及主开关组成。零序电流互感器是一个检测元件，可以安装在变压器中性点与接地板之间，构成全网总保护，也可安装在干线或分支线上，构成干线或分支线保护。如图**5-13**所示。

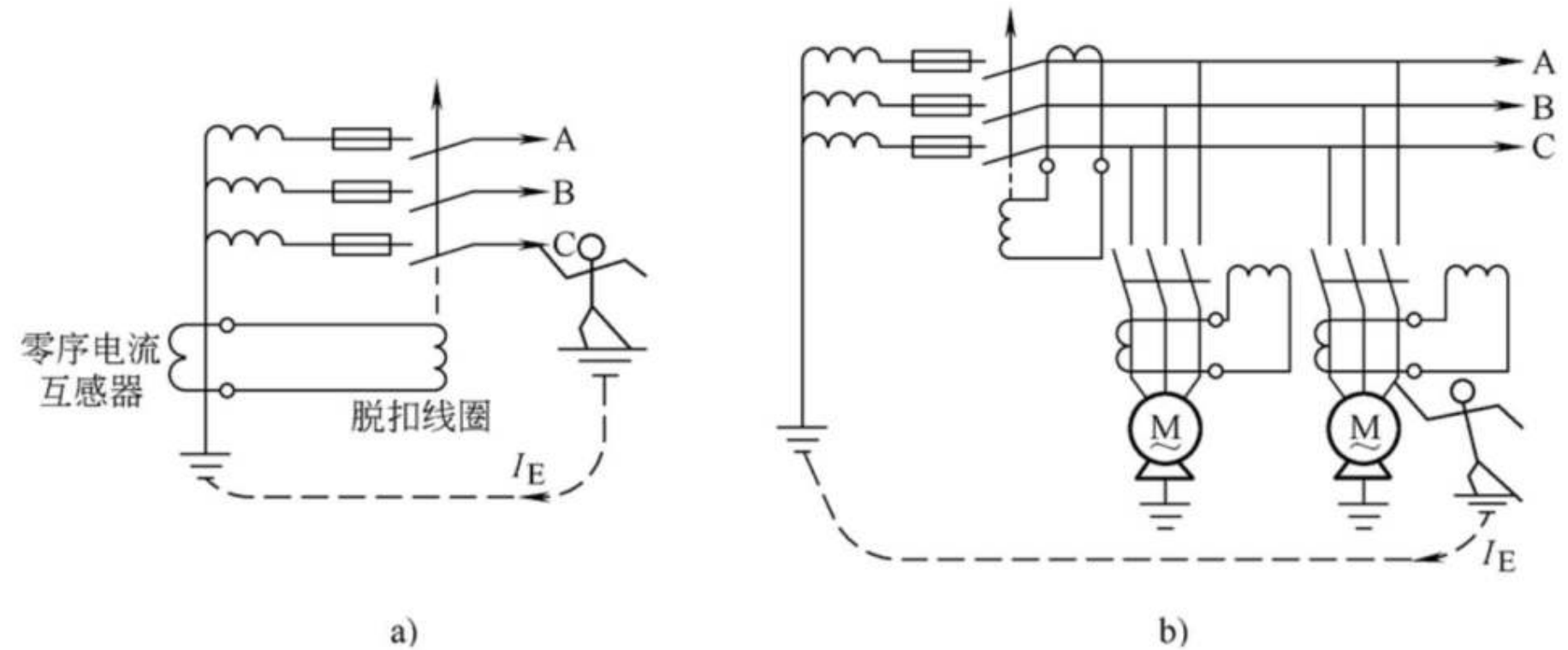


图5-13 电流动作型漏电保护器工作原理图
a)全网总保护 b)支干线保护

干线或分支线回路的漏电保护工作原理可用图5-14来说明。

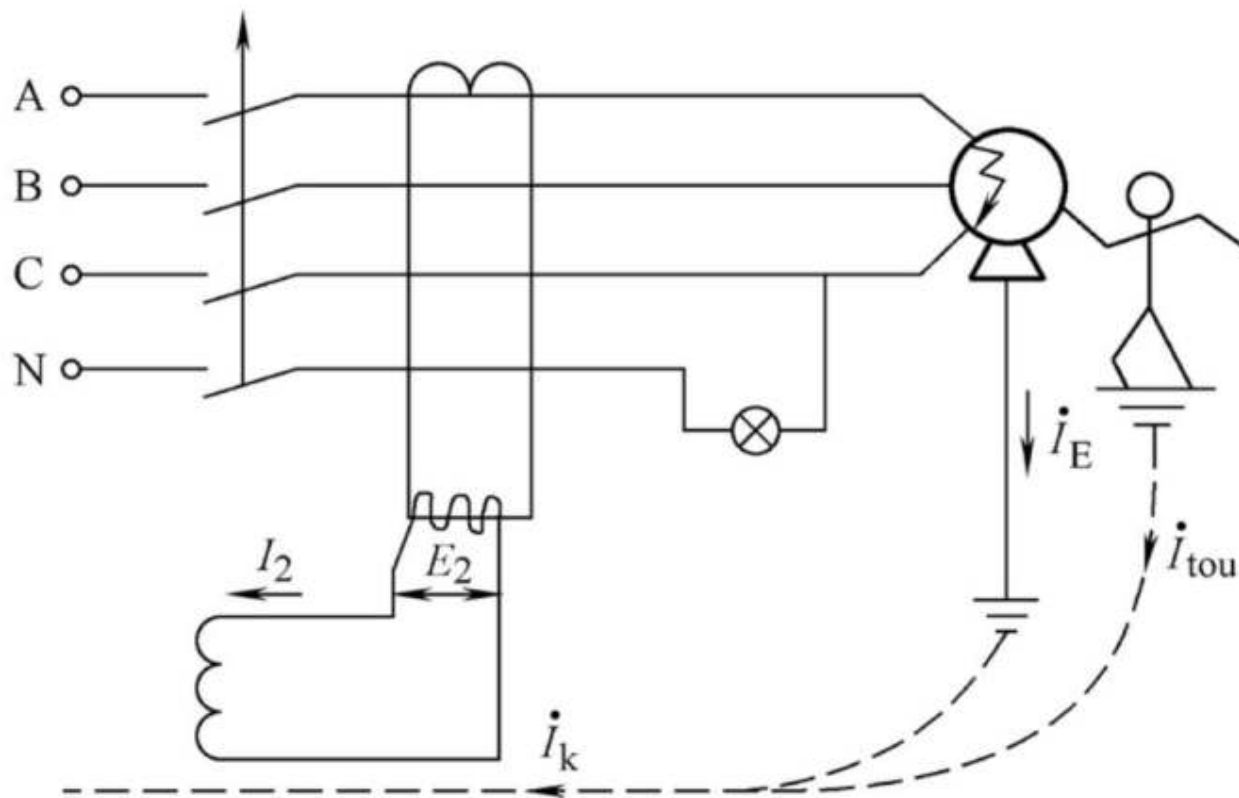


图5-14 干线回路漏电保护工作原理



(1) 漏电保护用于**TN**系统中，从使用漏电保护装置的地点起，**TN-C**系统应改用**TN-S**系统，即保护线不再用作中性线，使整体成为**TN-C-S**系统。

(2) 漏电保护应用于**TT**系统中，可以降低对设备接地电阻值的要求。但是装设漏电保护和未装漏电保护的设备不能共用一个接地装置。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/158045013130006127>