

The background of the slide is a photograph of a high-voltage power line tower. Several workers are visible on the tower's structure. One worker in the upper left is wearing a red jacket and a blue hard hat. Another worker in the center is wearing a red jacket and grey pants. The tower is a complex lattice of metal beams. The sky is a pale, overcast blue.

第三章

触电的危害与急救

第一节 电流对人体的伤害

一、电流对人体的伤害

触电是指电流通过人体时对人体产生的生理的和病理伤害，伤害的方式分为电击和电伤两种类型。

1. 电击

电击是由于电流流过人体而造成的内部器官在生理上的反应和病变。如刺痛、灼热感、痉挛、昏迷、心室颤动或停跳、呼吸困难或停止。是造成触电者死亡的主要原因。



2.电伤

电伤是由于电流的热效应、化学效应和机械效应对人体造成的伤害，最常见的电伤有三种：电烧伤、电烙印、皮肤金属化。



二、影响触电后果的因素

电流强度

按照人体对电流的反应和受伤程度不同可分为：

- 1.感知电流：平均值为1mA
- 2.摆脱电流：成年男性为16mA
- 3.致命电流：成年男性为50mA

电流频率

工频电流对人体的伤害最严重！

人体的状况

电流流过人体的途径

电流通过心脏、中枢神经、呼吸系统是最危险的。因此从左手到前胸是最危险的电流路径；危险性最小的电流路径是从一只脚到另一只脚。

人体电阻的大小是影响触电后果的重要物理因素。

电流通过人体持续时间



第二节 人体触电的方式

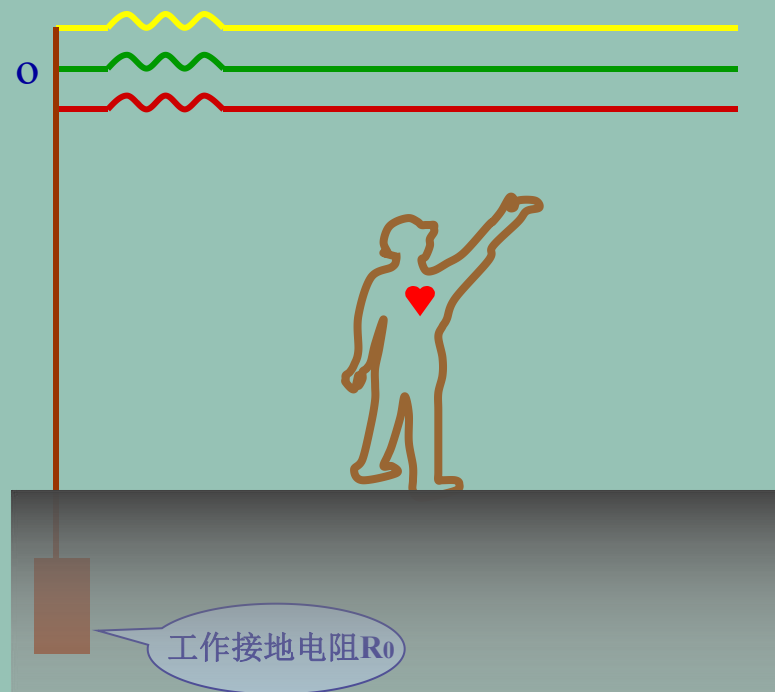
人体的触电方式分为直接接触触电和间接接触触电两种方式。其中直接接触触电包括单相触电、两相触电和电弧伤害；间接接触触电包括跨步电压触电和接触电压触电。

一、直接接触触电

人体直接接触及或过分靠近电气设备及线路的带电导体而发生地触电现象叫直接接触触电。

1. 单相触电

(1) 中性点直接接地的电网中(如380/220V)发生单相触电情况 (如右图所示)



中性点直接接地电网单相触电示意图

第二节 人体触电的方式

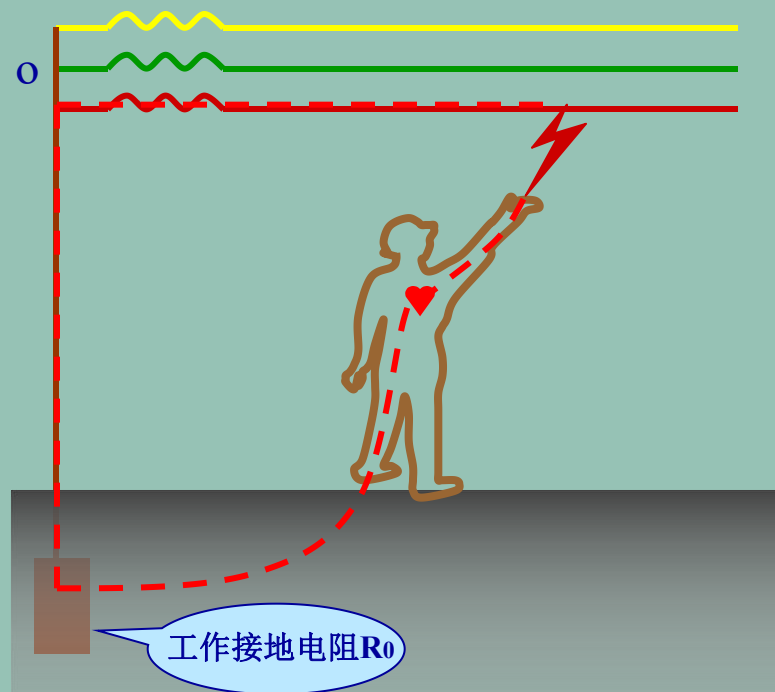
人体的触电方式分为直接接触触电和间接接触触电两种方式。其中直接接触触电包括单相触电、两相触电和电弧伤害；间接接触触电包括跨步电压触电和接触电压触电。

一、直接接触触电

人体直接接触及或过分靠近电气设备及线路的带电导体而发生地触电现象叫直接接触触电。

1. 单相触电

(1) 中性点直接接地的电网中(如380/220V)发生单相触电情况 (如右图所示)



中性点直接接地电网单相触电示意图

第二节 人体触电的方式

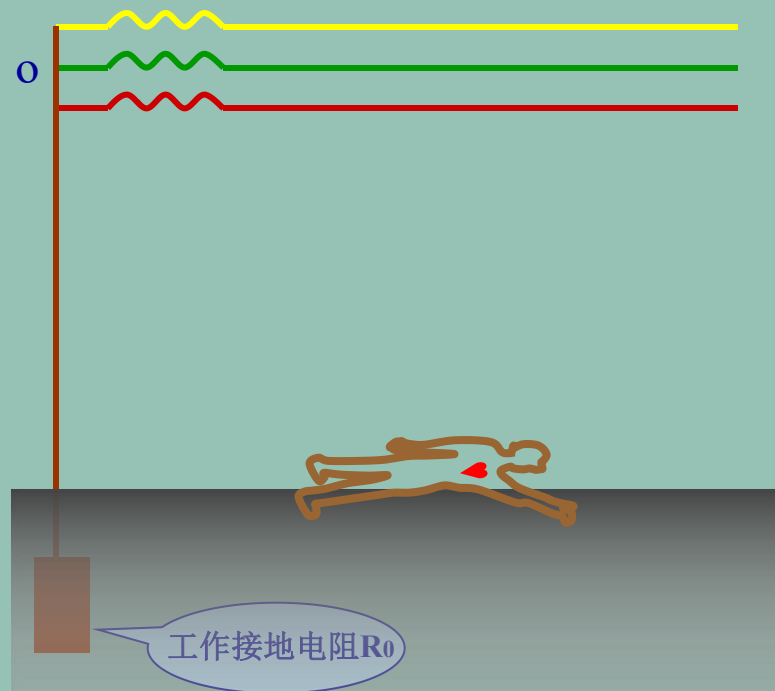
人体的触电方式分为直接接触触电和间接接触触电两种方式。其中直接接触触电包括单相触电、两相触电和电弧伤害；间接接触触电包括跨步电压触电和接触电压触电。

一、直接接触触电

人体直接接触及或过分靠近电气设备及线路的带电导体而发生地触电现象叫直接接触触电。

1. 单相触电

(1) 中性点直接接地的电网中(如380/220V)发生单相触电情况 (如右图所示)



中性点直接接地电网单相触电示意图

第二节 人体触电的方式

人体的触电方式分为直接接触触电和间接接触触电两种方式。其中直接接触触电包括单相触电、两相触电和电弧伤害；间接接触触电包括跨步电压触电和接触电压触电。

一、直接接触触电

人体直接接触及或过分靠近电气设备及线路的带电导体而发生地触电现象叫直接接触触电。

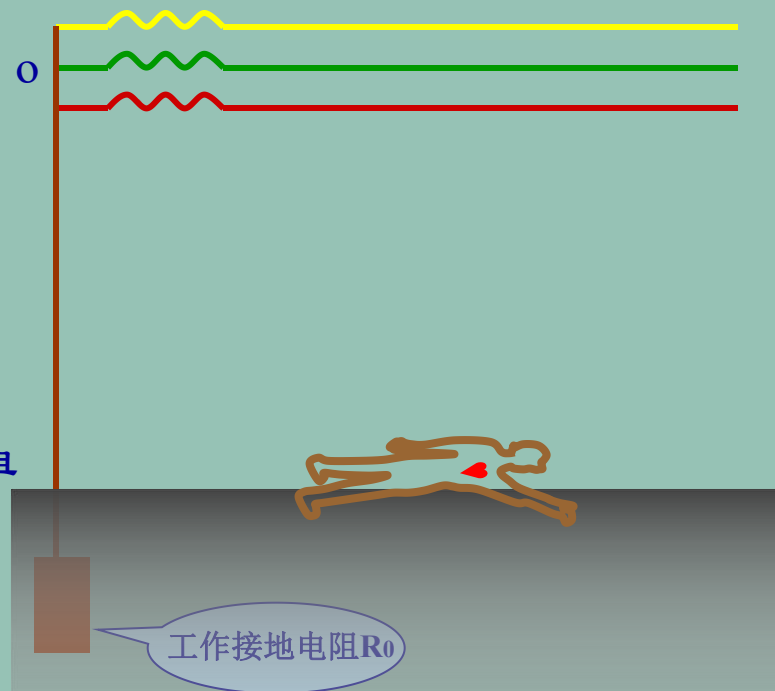
1. 单相触电

(1) 中性点直接接地的电网中(如380/220V)发生单相触电情况(如右图所示)

设人体与大地接触良好，土壤电阻忽略不计，由于人体电阻 (1700Ω) 比中性点工作电阻 ($<4\Omega$) 大的多，加在人体的电压约等于相电压，这时流过人体的电流为

$$I_b = \frac{U_{\text{相}}}{R_b + R_0} = \frac{220}{1700 + 4} = 129\text{mA} > 30\text{mA}$$

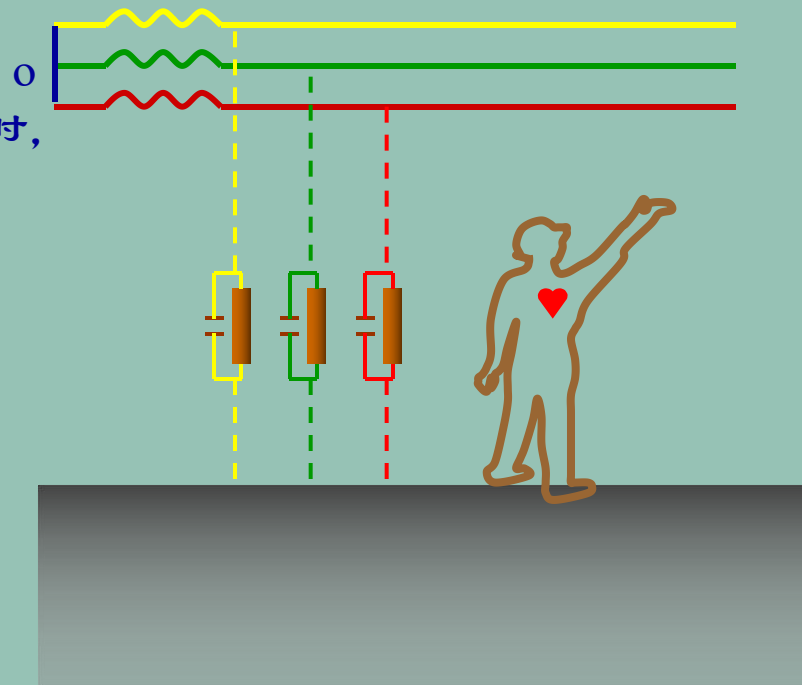
我国规定安全极限电流为30mA，当发生单相触电时，流过人体的电流远远大于安全极限电流。由上述简单分析，可知单相触电对触电者是很危险的。



中性点直接接地电网单相触电示意图

(2) 中性点不接地电网中发生单相触电情况

当在中性点不接地电网中发生单相接地时，
电流的流通路径如右图。



中性点不接地电网单相触电示意图

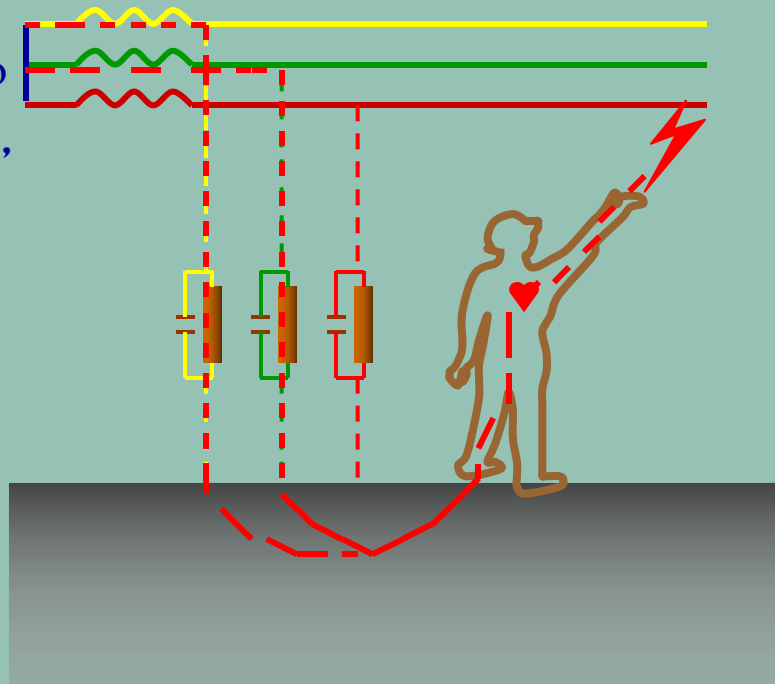
(2) 中性点不接地电网中发生单相触电情况

当在中性点不接地电网中发生单相接地时，
电流的流通路径如右图。

相线→人体→其它两相对地阻抗 Z →回到电源

此时，通过人体电流与线路的绝缘电阻和
对地电容的大小有关。

在低压电网中，电容很小，正常情况下，
电阻很大，所以通过人体的电流很小，一般不
会造成对人体的伤害。但当线路绝缘下降时，
或在高压中性点不接地电网中（特别是对地电
容较大的电缆线路上），线路对地电容较大，
通过人体的电容电流将危及人身安全。



中性点不接地电网单相触电示意图

2.两相触电

人体同时触及带电设备或线路中的两相导体而发生触电方式称为两相触电。两相触电时，作用于人体的电压为线电压，这种情况最危险！如右图所示。

设三相供电系统为380/220系统，当人体电阻为 1700Ω 时，则流经人体电流为

$$I_b = \frac{U_{\text{线}}}{R} = \frac{380}{1700} = 224 \text{ mA} > 30 \text{ mA}$$

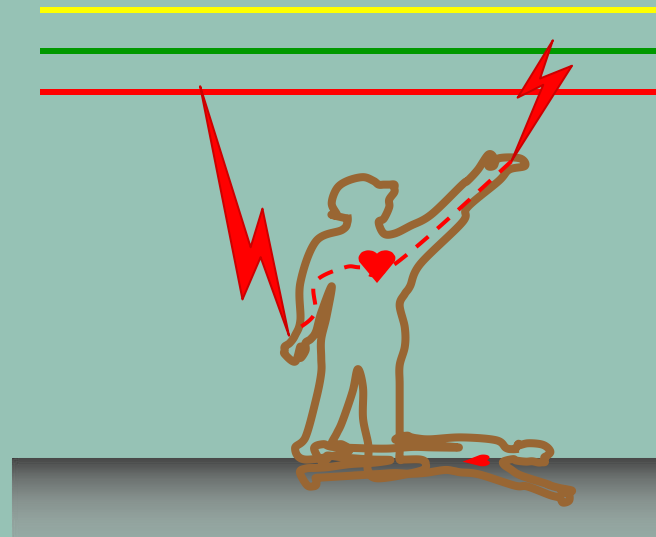
由上述分析可知两相触电比单相触电后果严重的多。

3.电弧伤害

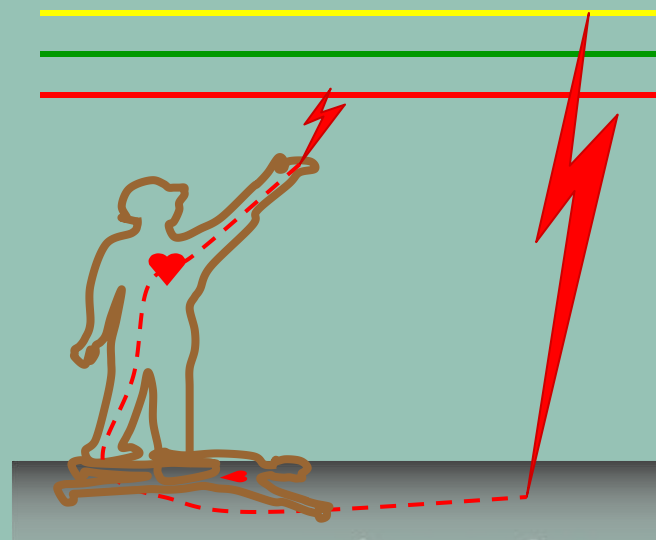
电弧是气体间隙被强电场击穿的一种现象，人体过分接近高压带电体会引起电弧放电，使人遭受到电击或电伤。

结论：

直接接触触电时，通过人体的电流较大，危险性也较大，往往导致死亡事故，因此要设法防止直接接触触电。



两相触电示意图1



两相触电示意图2

二、间接接触触电

电气设备绝缘损坏而发生接地短路故障，使原来不带电的金属外壳带有电压，人体触及就会发生触电，称为间接接触触电。

1. 接地故障电流入地点附近地面电位分布（见右图所示）



二、间接接触触电

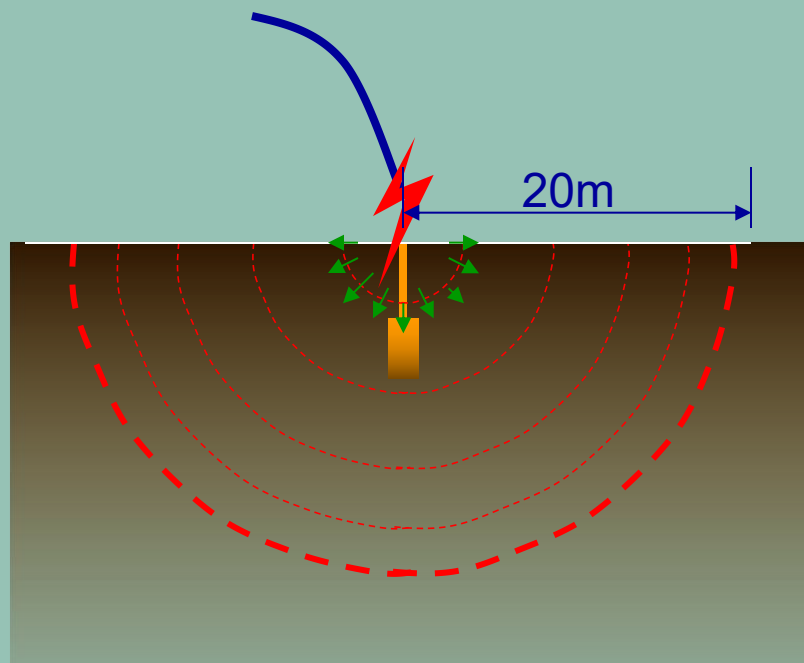
电气设备绝缘损坏而发生接地短路故障，使原来不带电的金属外壳带有电压，人体触及就会发生触电，称为间接接触触电。

1. 接地故障电流入地点附近地面电位分布（见右图所示）

当电气设备发生碰壳故障，导线断裂落地或线路绝缘击穿而导致单相接地故障时，电流便经接地体或导线落地点呈半球形向地中流散。在距电流流入点越近的地方，由于半球面较小故电阻大，接地电流流过此处的电压也较大，所以电位高。反之，远离接地体的地点电阻小，电位低。试验表明：在离开电流接入点20m以外的地方，半球面已经相当大了，已经没有什么电阻存在，故该处的电位已经近于0。

注意：

电工技术上所谓的“地”就是指接地体20m以外的地，即零电位的地。通常我们所说的电气设备对地电压就是指带电体对此零电位点的电位差。在扩散电流形成的半球内部，任意一点对零电位的电压沿半球半径的方向是逐步降低的。



故障电流入地点附近地面电位分布图

2. 接触电压及接触电压触电

(1) 接触电压

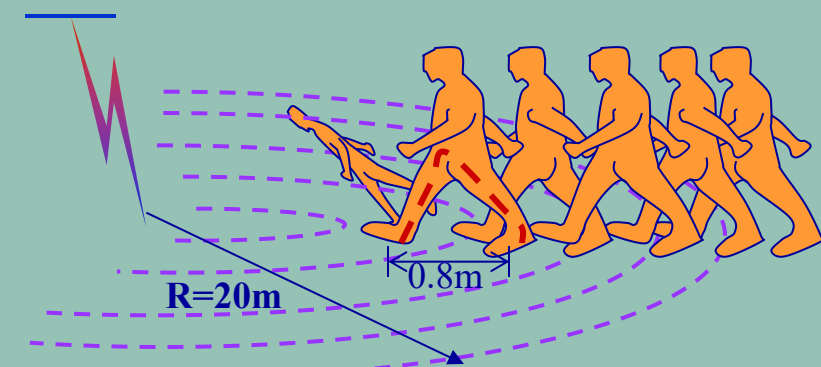
当电气设备因绝缘损坏而发生接地故障时，接地电流流过接地装置时，在大地表面形成分布电位，如果人体的两个部位（同时是手合脚）同时触及漏电设备的外壳和地面时，人体所承受的电压就称为接触电压。

(2) 接触电压触电

由于受接触电压作用而导致的触电现象称为接触电压触电。

3. 跨步电压及跨步电压触电

跨步电压是指电气线路或设备发生接地故障时，在接地电流入地点周围电位分布区（半径20m内）行走的人，其两脚处于不同电位，两脚之间（一般人跨步约为0.8m）的电位差。



注意：人体距电流入地点越近，承受的跨步电压越高。

通过上述介绍，我们知道接触电压和跨步电压的大小与接地电流的大小、土壤电阻率、设备的接地电阻和人体位置等因素有关

第三节 触电急救

一、触电事故的特点

多发性、突发性、季节性和高死亡率

二、触电急救

触电急救的第一步是使触电者迅速脱离电源，第二步是现场救护。

1. 触电急救的要点

抢救迅速与救护得法。

2. 解救触电者脱离电源的方法

(1) 脱离低压电源的方法

可用五个字简单概括，即“拉”、“切”、“挑”、“拽”和

拉：☞^{“拉”}就近拉开电源开关、拔出插头或瓷插熔断器。

切：☞当电源开关、插座或熔断器离现场较远时，可用带有绝缘柄的利器切断电源线。

挑：☞导线搭落在触电者身上或压在身下，可用干燥的木棒、竹竿等挑开。

拽：☞救护人员可戴上手套或在手上包缠干燥的衣物等绝缘物品拖拽触电者，使之脱离电源。

垫：☞如果触电者由于痉挛，手指紧握导线，或导线缠在身上，可先用干燥的木板塞进触电者身上，使其与打得到绝缘，然后在采取其它办法切断电源。

(2) 脱离高压电源的方法

- ①立即电话通知有关供电部门拉闸断电。
- ②电源开关离触电现场不太远，可戴上绝缘手套，穿上绝缘靴拉开高压断路器。
- ③往架空线路抛挂裸金属软导线，人为造成线路短路，迫使继电保护动作。
- ④如果触电者触及断落在地上的带电高压导线，且尚未确认线路无电之前，救护人员应穿上绝缘靴或临时双脚并拢跳跃接近触电者。

(3) 使触电者脱电源的注意事项

救护人不得采用金属或其他潮湿物品作为救护工具；未采取绝缘措施前，救护人不得直接触及触电者的皮肤和潮湿的衣服；在拽拉触电者脱离电源过程中，救护人宜用单手操作；触电者位于高位时，应采取措施预防触电者脱离电源后坠落；夜间发生触电事故时，应考虑切断电源后的临时照明问题。

3.现场救护

- (1) 触电者未失去知觉的救护措施
- (2) 触电者已失去知觉的抢救措施
- (3) 对“假死”者的急救措施

4.抢救触电者生命的心肺复苏法

- (1) 通畅气道 先清除口中异物，然后采用仰头抬颌法通畅气道。
- (2) 口对口（鼻）人工呼吸
- (3) 胸外按压



5. 现场救护中的注意事项

- (1) 抢救过程中应适时对触电者进行再判定；
- (2) 抢救过程中移送触电伤员时应注意相应事项；
- (3) 伤员好转后的处理；
- (4) 慎用药物；
- (5) 触电者死亡的认定

注意：

抢救时间应坚持6小时以上直到救活或医生做出临床死亡的认定为止。只有医生才有权认定触电者经抢救无效死亡。

三、外伤救护

- 1.对于一般性的外伤创面，可用无菌生理盐水或清洁的温开水冲洗后，再用消毒纱布或干净的布包扎，然后将伤员送往医院。

