



# 电工安全基础知识

---

## 主要内容

- 一、人体触电常识
- 二、安全电流、安全电压与安全间距
- 三、绝缘与载流量
- 四、安全色与安全标志

# 一、人体触电常识



## 1. 人体触电与触电形式

### 1.1 人体触电

由于人体是导电的，所以当人体接触带电部位而构成电流回路时，就会有电流流过人体。外部的电流流过人体，造成人体器官组织损伤甚至死亡，称为触电。

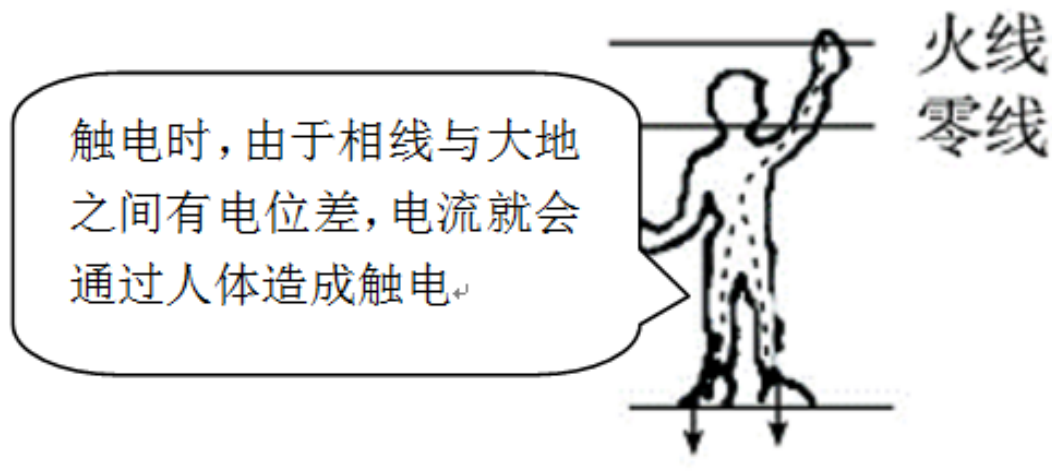


图 1-2-1 人体触电示意图



## 1.2 触电形式

人体触及带电体有四种不同的情况，分别为单相触电、两相触电、跨步电压触电和接触电压触电。

### (1) 单相触电

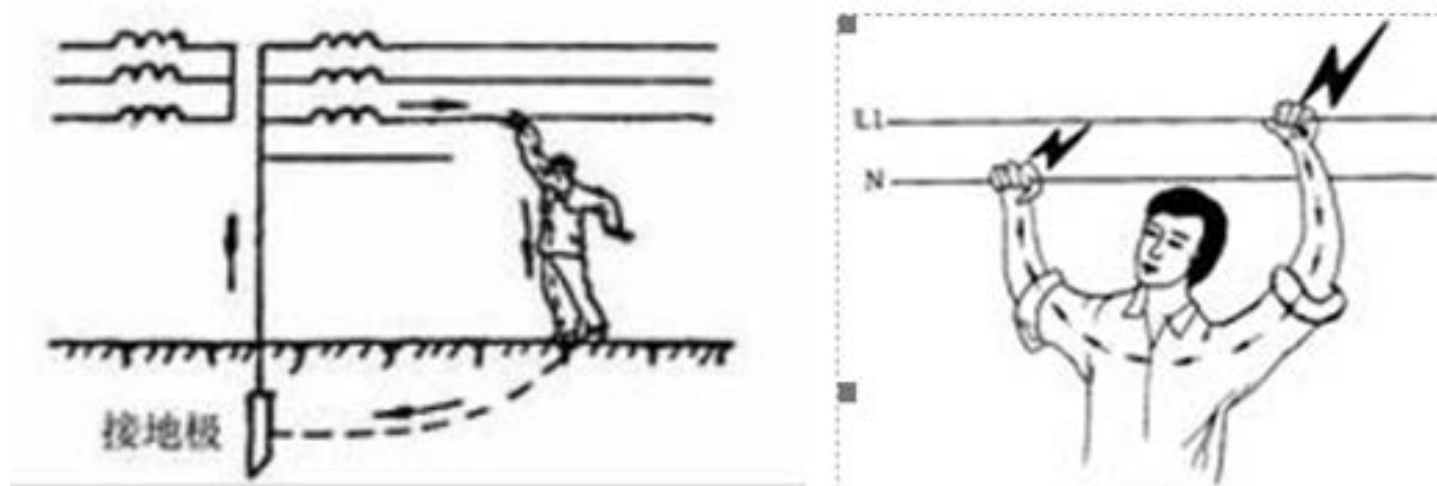


图 1-2-2 单相触电



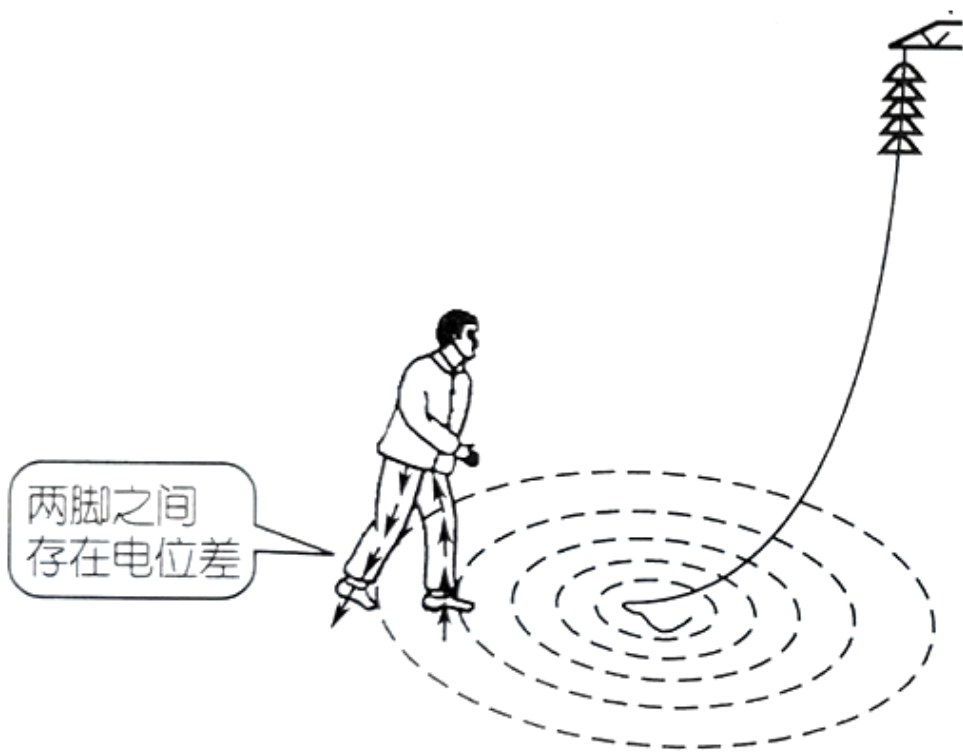
## (2) 两相触电



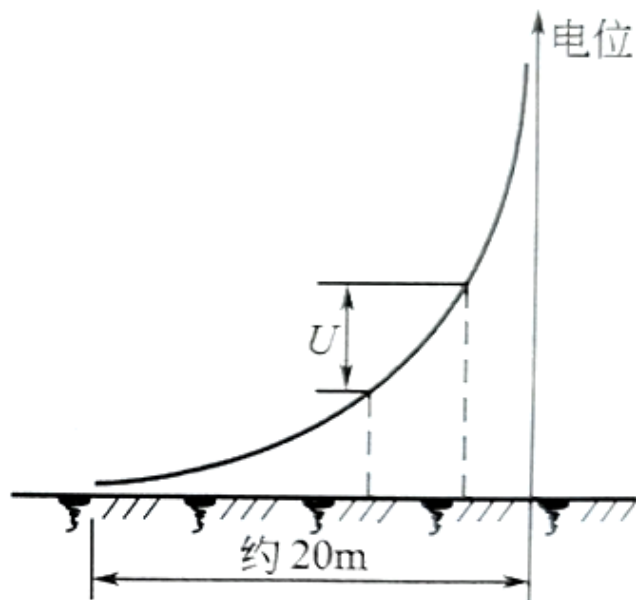
图 1-2-3 两相触电



### (3) 跨步电压触电



(a) 跨步电压触电示意图



(b) 跨步电压  $U$  分布图

图 1-2-4 跨步电压触电



#### (4) 接触电压触电

接触电压是指人站在发生接地短路故障设备的旁边，触及漏电设备的外壳时，其手、脚之间所承受的电压。接触电压的大小随人体站立点的位置而异，人体距离接地体越远，接触电压越大。由接触电压引起的触电称为接触电压触电。

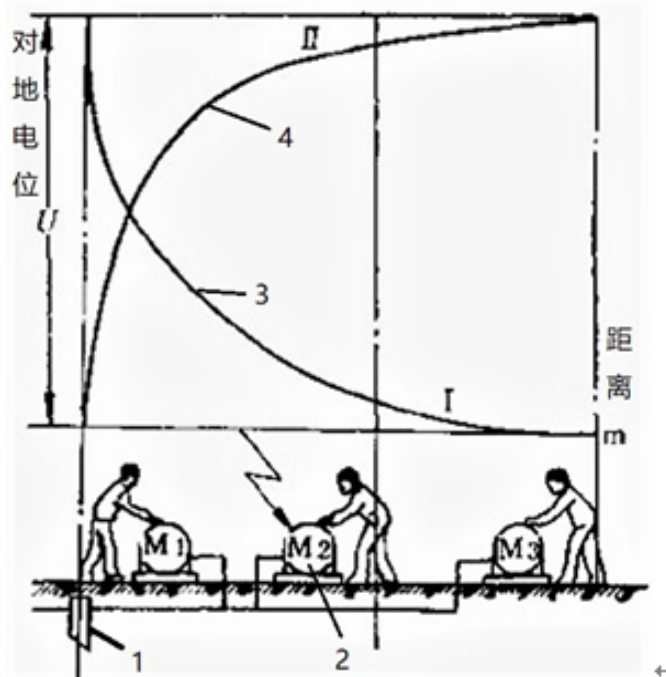


图 1-2-5 接触电压触电

1-接地体；2-漏电设备；3-设备出现接地故障时，接地体附近各点电位分布曲线；  
4-人体距离接地体位置不同时，接触电压变化曲线



## 2. 电流对人体的伤害

### 电击和电伤

#### 2.1 电击

电击是指电流通过人体内部，对体内器官造成的伤害。人受到电击后，可能会出现肌肉抽搐、昏厥、呼吸停止或心跳停止等现象；严重时，甚至有生命危险。大部分触电死亡事故都是电击造成的，通常说的触电事故基本上是对电击而言。



常见的电击情况有：

(1) 当人体接近1kv以上的高压电气设备带电体时，高电压能将空气击穿，使其成为导体，这时电流将会通过人体而造成电击。

(2) 低压单相触电、两相触电时会造成电击。

(3) 接触电压和跨步电压触电时会造成电击。



## 2.2 电伤

电伤一般是指由于电流的热效应、化学效应和机械效应对人体外部造成的局部伤害，如电弧伤、电灼伤等。电伤有电烧伤、电烙印、皮肤金属化、机械性损伤、电光眼等。



## 二、安全电流、安全电压与安全间距

### 1. 安全电流

电流通过人体时，对人体机能组织不造成伤害的电流值，即为安全电流。

触电的伤害程度与通过人体电流的大小、流过的路径、持续的时间、电流的种类、交流电的频率及人体的健康状况等因素有关，其中以通过人体电流的大小对触电者的伤害程度起决定性作用。



表 1-2-1 人体对触电电流的反应

电流/mA	交流电 (50Hz)		直流电
	通电时间	人体反应	人体反应
0~0.5	连续	无感觉	无感觉
0.5~5	连续	有麻痹、疼痛感, 无痉挛	无感觉
5~10	数分钟内	剧痛、痉挛, 但可摆脱电源	有针刺、压迫及灼热感
10~30	数分钟内	迅速麻痹、呼吸困难, 不能自主摆脱电源	压痛、刺痛, 灼热强烈、有抽搐
30~50	数秒至数分钟	心跳不规则, 昏迷, 强烈痉挛	感觉强烈, 有剧痛痉挛
50~100	超过 3s	心室颤动, 呼吸麻痹, 心脏麻痹而停跳	剧痛, 强烈痉挛, 呼吸困难或麻痹

关于人体的安全电流值, 各国的规定不一致, 我国也没有明确规定。通常取触电时间不超过1s的安全电流值为30mA。



## 2. 安全电压

安全电压是指不致使人直接致死或致残的电压，国家标准《安全电压》（GB/T3805—2008）规定我国安全电压额定值等级为42V、36V、24V、12V和6V，应根据作业场所、操作员条件、使用方式、供电方式、线路状况等因素选用。凡高度不足2.5m的照明装置、机床局部照明灯具、移动行灯、手提照明灯及手持电动工具（如手电钻）以及潮湿场所的电气设备，一般采用36V安全电压；凡金属容器内、隧道内、矿井内等工作地点狭窄、行动不便，及周围有大面积接地导体的环境及特别潮湿的场所，应采用12V安全电压；当电气设备采用24V以上的安全电压时，必须采取直接接触电击的防护措施。



### 3. 电气安全间距（间距）

为防止人体触及或过分接近带电体，或防止车辆和其他物体碰撞带电体以及避免发生各种短路、火灾和爆炸事故，在人体和带电体之间、带电体和地面之间、带电体相互之间及与其他物体和设施之间，都必须保持最小的距离，称之为电气安全间距，简称间距。各种作业间距需遵守国家有关规定。

# 三、安全色与安全标志



## 1. 安全色

(1) 红色：用来标志禁止、停止、消防和信号灯，如停止按钮、灭火器、仪表运行极限、电路处于通电状态等。

(2) 黄色：用来标志注意危险、警告，如“当心触电”、“注意安全”、“安全帽”。

(3) 绿色：用来标志安全无事、通过、允许、工作、启动按钮、通行标志，如“在此工作”、“已接地”。

(4) 蓝色：指令标志、强制执行，如：“必须带安全帽”、“必须戴绝缘手套”。

(5) 黑色：警告，多用来标志图像、文字符号和警告标志的几何图形。

小常识：电气母线，U（A）相为黄色，V（B）相为绿色，W（C）相为红色，明敷的接地线涂为黑色，新标准中保护接地或保护接零线用绿/黄双色线。接地开关的操作手柄涂以黑、白相间的颜色，以引起人们的注意。在二次系统中，交流电压回路用黄色，交流电流回路用绿色，信号和警告回路用白色，直流电路正极通常用棕色/红色，负极用蓝色。



## 2、安全标志

- (1) 禁止标志 含义：不准或制止人们的某些行为。
- (2) 警告标志 含义：警告人们可能发生的危险。
- (3) 命令标志 含义：必须遵守。
- (4) 提示标志 含义：示意目标的方向。
- (5) 补充标志 含义：对前述四种标志的补充说明，以防误解。



a



b



c



d



e



f



g



h

a) 当心触电    b) 必须穿绝缘保护用品    c) 禁止合闸    d) 禁止攀登高压危险

e) 禁止靠近    f) 禁止触摸    g) 严禁攀爬变压器    h) 注意安全



No.1 	No.6 
No.2 	No.7 
No.3 	No.8 
No.4 	No.9 
No.5 	No.10 

- 1、注意火灾；2、当心爆炸；  
3、心须穿工作服；4、禁止启动、5、禁止攀登；  
6、当心电缆；7、当心触电；  
8、必须穿防护鞋，9、非专业  
电工禁止入内；10、禁止合闸



表 1-2-5 常用标识牌规格及悬挂处

类型	名称	尺寸/mm	式样	悬挂处所
禁止类	禁止合闸， 有人工作！	200×100 或80×50	白底红字	一经合闸即可送电到施工设备的开关和刀闸的操作把手上
	禁止合闸， 线路有人工作！	200×100 或80×50	红底白字	线路开关和刀闸把手上
允许类	在此工作！	250×250	绿底，中有直径210mm 的白圆圈，圈内写黑字	室外和室内工作地点或施工设备上
	从此上下！	250×250	绿底，中有直径210mm 的白圆圈，圈内写黑字	工作人员上下的铁架、梯子上
警告类	止步， 高压危险！	250×200	白底红边，黑字， 有红色箭头	施工地点邻近带电设备遮栏上； 室外工作地点的围栏上，禁止通行的过道上，工作地点邻近带电设备的横梁上
	禁止攀登， 高压危险！	200×200	白底红边黑字	工作人员上下的铁架，临近可能上下的另外铁架上，运行中变压器的梯子上



### 3. 电线电缆颜色安全信息

识别电线电缆用的标准颜色共有12种：白、红、黑、黄、蓝（或浅蓝）、绿、橙、灰、棕、青绿、紫、粉红。

电线电缆绝缘线芯在5芯以下时，通常采用颜色识别，5芯以上者可以采用颜色识别，也可以用数字表示。

电线电缆绝缘线芯的颜色主要反应以下安全信息。↵



### (1) 电工成套装置中的导线颜色↵

- ① 保护导线：黄绿双色线；↵
- ② 动力线路的中线、中间线：浅蓝色；↵
- ③ 交流或直流动力电路：黑色；↵
- ④ 交流控制电路：红色；↵
- ⑤ 直流控制电路：蓝色；↵
- ⑥ 与保护导线连接的控制电路：白色；↵
- ⑦ 与电网直接相连的联锁电路：橘黄或黄色；↵

### (2) 依据导线颜色标志电路↵

- ① 黄色：三相电路的 U 相；↵
- ② 绿色：三相电路的 V 相；↵
- ③ 红色：三相电路的 W 相；↵
- ④ 棕色：直流电路的正极；↵
- ⑤ 蓝色：直流电路的负极；↵
- ⑥ 浅蓝色：三相电路的零线或中性线或直流电路的接地中线；
- ⑦ 黄绿双色：安全用的接地线；↵
- ⑧ 黑色：装置和设备的内部布线；↵



## 4. 指示灯与按钮颜色安全信息

### (1) 指示灯的颜色及含义

表 1-2-6 指示灯的颜色及含义

颜色	含义	说明	应用
红	危险或告急	有危险或必须立即采取行动	温度已超过（安全）极限 因保护器件的动作而停机 有触及带电部分的危险
黄	注意	情况有变化或即将发生变化	温度异常；压力异常； 仅能承受允许的短时过载
绿	安全	正常或允许进行	通风冷却正常；机器准备启动 自动控制系统运行正常
蓝	按需要指定用意	除红黄绿之外的任何指定用意	遥控指示 选择开关在“设定”位置
白	无特定用意	任何用意，如不能确切地用红、绿、 黄时或用作执行时	



(2) 闪光信息 指示灯有时也用来反映闪光信息，通常反映下列几种情况。

必须加倍注意； 必须立即采取行动； 不符合指令要求； 表示变化程度； 指示灯闪光信息亮与灭的时间比应在1：1~4：1之间，较高的闪烁频率表示优先的信息。

### (3) 按钮的颜色及其含义

按钮的颜色有红、黄、绿、蓝、白、黑、灰七种，其含义见下表。



表 1-2-7 按钮颜色及含义

颜色	含义	应用
红	处理事故	紧急停机；扑灭燃烧
	停机或断电	正常停机；停止一台或多台电动机；装置局部停机； 切断一个开关；带有停止或断电功能的复位
黄	参与	防止意外情况；参与抑制反常的状态； 避免不需的变化（事故）
绿	启动或通电	正常启动；启动一台或多台电动机； 装置的局部启动；接通一个开关装置（投入运行）
蓝	其它任何指定用意	凡红、黄、绿未包含的用意，均可采用蓝色
白黑灰	无特定用意	除单功能的停止或断电按钮外的任何功能