

触电安全防护

1. 安全电压

安全电压是制订电气安全规程和一系列电气安全技术措施的基础数据，它取决于人体电阻和人体允许通过的电流。世界各国对安全电压值的规定也各异，采用 50 V 和 25 V 的居多，也有规定 40 V、36 V 或 24 V 的。国际电工委员会 (IEC) 规定的接触电压限值 (相当于安全电压) 为 50 V、并规定 25 V 以下不需考虑防止电击的安全措施。国外还有在特殊情况下采用 25 V 安全电压值的。我国的安全电压为 36 V 和 12 V。如无特殊安全结构和安全措施，危险环境和特别危险环境的局部照明、手提照明灯等，其安全电压应为 36 V；工作地点狭窄，周围有大面积接地导体环境 (如金属容器内) 的手提照明灯，其安全电压应采用 12 V。触电事故中，绝大部分是受电流遭到电击导致人身伤亡的。人的平均电阻为 1000 — 1500 欧姆，电流为 50 毫安时，称为致命电流。安全电压是指保证不会对人体产生致命危险的电压值，工业中使用的安全电压是 36V 以下。

在有电阻、电容、电感的电路中，电源电压是几十伏，电容或电感的电压可以超过百伏特。电源电压高于电容耐压时，会引起电容爆裂而伤害到人。在强电实验时，实验人员必须 2 人以上。万用表使用完后，应将切换旋钮放在交流电压最高档。对于高压电容器，实验结束后或闲置时应该双电极短接串接合适电阻进行放电。

2. 绝缘

通常采用的绝缘材料有陶瓷、橡胶、塑料、云母、玻璃、木材、布、纸、矿物油，以及某些高分子合成材料等。绝缘材料的性能受环境条件影响较大，温度、湿度都会改变其电阻率，机械损伤和化学腐蚀等也会降低绝缘材料的绝缘电阻值，对于一些高分子材料，还存在由于“老化”导致的绝缘性能逐步下降的问题。

长期搁置不用的手持电动工具，在使用前必须测量绝缘电阻，要求手持电动工具带电部分与外壳之间绝缘电阻不低于 $0.5\text{M}\Omega$ 。移动式电动工具及其开关板（箱）的电源线必须采用铜芯橡皮绝缘护套或铜芯聚氯乙烯绝缘护套软线。

3. 屏护

某些开启式开关电器的活动部分不便绝缘，或高压设备的绝缘不能保证人在接近时的安全，应采取屏护措施，以免触电或电弧伤人等事故。屏护装置的形式有围墙、栅栏、护网、护罩等。所用材料应有足够的机械强度和耐火性能，若采用金属材料，则必须接地或接零。屏护装置应有足够的尺寸，并与带电体保持足够的距离，在带电体及屏护装置上应有明显的警告标志，必要时还可附加声光报警和联锁装置等，以最大限度保证屏护的有效性。

4. 间距

在带电体与地面之间、带电体与其他设备之间、带电体之间，均需保持一定的安全距离，以防止过电压放电和各种短路事故，以及由这些事故导致的火灾。

动力或照明配电箱（柜、板）周围不得堆放杂物；其前方 1.2 米范围内应无障碍物保持畅通。

电线接地时，人体距离接地点越近，跨步电压越高；距离越远，跨步电压越低。一般情况下距离接地体 20m 以外跨步电压可看成是零。高压实验中的安全距离：10kV 是 0.7m；66kV 是 1.5m；220kV 是 3m。

5. 接地与接零

接地是指把电气设备的某一部分通过接地装置同大地连接起来；接零是指把电气设备正常时不带电的导电部分（如金属机壳）同电网的零线连接起来。接地与接零是防止电气设备一旦漏电而可能发生触电事故的重要安全措施。

(1) 保护接地

保护接地是广泛应用的安全技术措施，主要适用于三相三线制中性点不直接接地的电力系统中。在对地绝缘的电网中，除非另有规定，否则凡由于绝缘破坏或其他原因而可能呈现危险电压的金属部分，均应接地。

(2) 保护接零

保护接零是将电气设备正常运行时不带电的导电部分与电网地零线（即中性线）连接起来，用以防止触电事故的发生。保护接零通常用于中性点直接接地、380 / 220 V 的三相四线

制电网中，还要与其他安全措施(如熔断器、断路器等)配合使用，才能达到目的。

(3) 高压窜入低压时的保护

当变压器高压侧与低压侧之间的绝缘损坏、或高压线路断线搭落在低压配电线路上时，都可能发生高压窜入低压。为防止和减少这种危险，在中性点不接地的低压配电系统中，除了采取可靠的保护接地之外，还应有防止高压窜入低压的保护措施。为此，在中性点不接地的低压电网中，应使其中性点或某一相经过击穿保险器与大地连接。

在正常情况下，低压系统保持不接地。当高压窜入低压时，去穿保险器被击穿，故障电流经接地装置流入大地，同时使高压系统相应的保护装置动作，切断电源，起到保护作用。在雷击时，如果作业人员孤立处于暴露区并感到头发竖起时，应该立即双膝下蹲，向前弯曲，双手抱膝。

(4) 重复接地

为保证保护接零系统的安全，将零线上的一处或多处通过接地装置与大地重复连接，称为重复接地，其作用是：

- 1) 降低漏电设备的对地电压，漏电保护器既可用于来保护人身安全，还可用来对低压系统或设备的绝缘状况起到监督作用；漏电保护器安装点以后的线路应是对地绝缘良好；漏电保护器对两相触电（人体双手触及两相电源），不起保护作用。
- 2) 减少零线断线时的危险。另外，也使三相负荷不平衡导致零线对地电压有所下降，从而减少了危险。

- 3) 缩短了短路故障的持续时间。由于重复接地与工作接地形成并联，使短路电流加大，从而加快了断路器的动作时间。
- 4) 改善了架空线路的防雷性能。可以对雷电流进行分流，从而限制了雷电产生的过电压。
- 5) 重复接地是指零线上的一处或多处通过接地装置与大地再连接，可提高线路的安全性。

6. 漏电保护装置

漏电保护装置是在电气设备或线路漏电时用以保证人身及设备安全的保护装置，又称触电保安器。设备漏电时会出现两种异常现象：正常情况下不带电的金属部分出现对地电压；三相电流平衡被破坏，出现零序电流(或电压)。漏电保护装置，就是在故障时测得零序电流(或电压)或对地电压，经相应转换，使接触器跳闸，切断电源，实施保护作用。