

电 工 实 训

安全用电

电能是一种优越的能源,广泛应用于工业、农业、交通、国防、科研以及社会生活等各个领域。为了安全合理地使用电能,除需要熟悉电的特性,掌握电的规律外,还必须掌握安全用电的常识,才能避免用电事故的发生。

用电安全包括人身安全和设备安全两部分,人身安全是指防止人身接触带电物体受到电击或电弧灼伤而导致生命危险,设备安全是指防止用电事故所引起的设备损坏、起火或爆炸等危险。在用电过程中,必须充分认识安全用电的重要性,注意安全用电,搞好安全用电,保护人身及设备的安全。

1.1 触电及其对人体的危害

人体也是导体,当人体接触带电部位而构成电流回路时,就会有电流通过人体,对人的肌体造成不同程度的伤害,其程度与触电的种类、方式及条件有关。

1.1.1 触电的种类及形式

1. 触电的种类

人体触电,分为电击和电伤两种。电击就是通常所说的触电,绝大部分触电死亡是电击造成的,它是电流通过人体所造成的内伤。大小不同的电流通过人体时会使人体产生不同的反映,如肌肉抽搐、内部组织损伤、发热、发麻、神经麻痹,严重时会使产生昏迷、窒息、心脏停止跳动、血液循环终止,甚至死亡;电伤则是由电流的热效应、化学效应、机械效应以及电流本身作用造成的人体外伤,表现为灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。

2. 触电的形式

(1) 单相触电

人体的一部分接触三相导线中任意一根相线,称为单相触电,如图 1.1 所示。这是常见的触电方式,其危险程度根据电压的高低、绝缘情况、电网的中性点是否接地及每相对地分布电容的大小而不同。

在中性点接地系统中[见图 1.1(a)],加于人体的电压为 220V,流过人体的电流足以

危及生命。在中性点不接地系统中[见图 1.1(b)],虽然线路对地绝缘电阻可起到限制人体电流的作用,但线路对地存在分布电容、分布电阻,作用于人体的电压为线电压380V,仍可达到危害生命的程度。

(2) 两相触电

人体不同部位同时接触带电设备或线路中任意两根相线时,电流从一根相线通过人体流入另一根相线,形成回路,称为两相触电,如图 1.2 所示。无论电网中性点是否接地,人体所承受的线电压均比单相触电时要高,危险性更大。

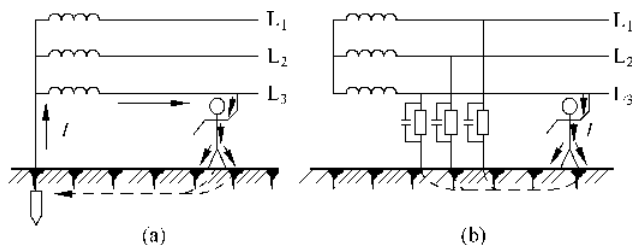


图 1.1 单相触电

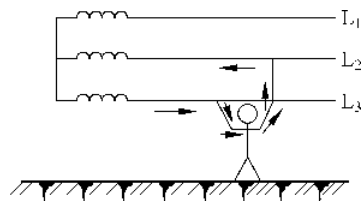


图 1.2 两相触电

(3) 接触电压、跨步电压触电

当电气设备绝缘损坏而使外壳带电,或架空线断落于地面发生单相接地故障时,电流由设备外壳经接地线、接地体(或由断落导线经接地点)流入大地,向四周扩散,在其周围形成一个强电场。其电位分布以接地点为圆心向周围扩散,一般距接地体 20m 远处电位为零,如图 1.3 所示。当人站在地上触及设备外壳时,就会承受一定的电压(U_c),称为接触电压。当人跨进强电场区域时,在分开的两脚间有电位差(U_{B1} 、 U_{B2}),电流从一只脚流进,从另一只脚流出,所造成的触电称为跨步电压触电。

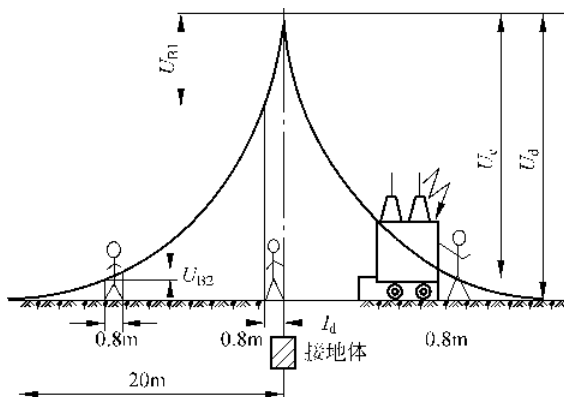


图 1.3 接触电压和跨步电压触电

接触电压和跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置有关。当接地电流较大时,会因其超过允许值而发生人身触电事故。特别是在发生高压接地故障或雷击时,会产生很高的接触电压和跨步电压。

1.1.2 触电的危害

触电对人体伤害的严重程度与通过人体电流的大小、电流通过人体时间的长短、通过人体的部位、电流的频率及触电者的身体状况有关。

一般来说,通过人体的电流越大、时间越长,危险越大;触电时间超过人的心脏搏动周期(约为750ms),或者触电正好开始于搏动周期的易损伤期时,危险最大;电流通过人体脑部和心脏时最为危险;频率在40~60Hz的交流电对人的危害性要比高频电流、直流电流及静电大;男性、成年人、身体健康者受电流伤害的程度相对要轻一些。

以工频电流为例,实验资料表明:当1mA左右的电流通过人体时,就会产生麻刺等不舒服的感觉;10~30mA的电流通过人体,便会产生麻痹、剧痛、痉挛、血压升高、呼吸困难等症状,触电者已不能自主摆脱带电体,但通常不致有生命危险;对一般人而言,当电流超过50mA时,就会有致命危险。

通过人体电流的大小与触电电压和人体电阻有关。人体电阻包括体内电阻和皮肤电阻,体内电阻基本不受外界影响,其值约为500Ω。皮肤电阻随外界条件变化,皮肤干燥者,电阻可达100kΩ以上。随着皮肤潮湿度加大,电阻可降到1kΩ以下。人体电阻越大,受电流伤害越轻。接触的电压升高时,人体电阻会大幅度下降。

1.1.3 安全电压和安全用具

1. 安全电压

人体承受的电压越低,通过人体的电流越小。当电压低于某一定值后,就不会造成触电了。不带任何防护设备,对人体各部分组织均不造成伤害的电压值,称为安全电压。

世界各国对于安全电压的规定不尽相同。有50V、40V、36V、25V、24V等,其中以50V、25V居多。国际电工委员会(IEC)规定安全电压限定值为50V,25V以下电压可不考虑防止电击的安全措施。

我国规定36V、24V、12V三个电压等级为安全电压级别,以供不同场所使用。

安全电压的规定是从总体上考虑的,对于某些特殊情况、某些人也不一定绝对安全。所以,即使在规定的安全电压下工作,也不可粗心大意。

2. 安全用具

电工安全用具用来直接保护电工人员的人身安全,常用的有绝缘手套、绝缘靴、绝缘棒三种。

(1) 绝缘手套

绝缘手套用绝缘性能良好的特种橡胶制成,有高压、低压两种,用于操作高压隔离开关和油断路器等设备,以及用于在带电运行的高压电气和低压电气设备上工作时,预防接触电压。

使用绝缘手套时要进行外观检查,检查有无穿孔、损坏,不能用低压手套操作高压。

(2) 绝缘靴

绝缘靴也是用绝缘性能良好的特种橡胶制成,用于带电操作高压电气设备或低压电气设备时,防止跨步电压对人体的伤害。

使用绝缘靴时要进行外观检查,不能有穿孔损坏,要保持在绝缘良好的状态。

(3) 绝缘棒

绝缘棒又称绝缘杆、操作杆或拉闸杆,一般用电木、胶木、塑料、环氧玻璃布棒等材料制成,主要用于操作高压隔离开关、跌落式熔断器,安装和拆除临时接地线以及测量和试验等工作。常用的规格有:500V、10kV、35kV等。

绝缘棒的结构如图 1.4 所示,主要包括工作部分、绝缘部分、握手部分及保护环等。

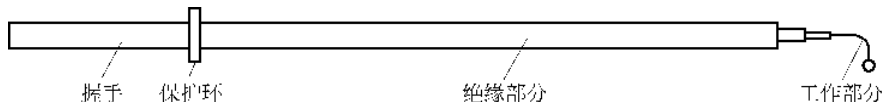


图 1.4 绝缘棒的结构

使用绝缘棒要注意:棒表面要干燥、清洁;操作时应带绝缘手套,穿绝缘靴,站在绝缘垫上;绝缘棒规格应符合要求。

1.2 触电的原因与救护

触电分为直接接触电和间接接触电两种情况。为了最大限度地减少触电事故的发生,应了解触电的原因与形式,从而提出预防触电的措施及触电后应采取的救护方法。

1.2.1 触电原因

不同的场合,引起触电的原因也不一样,常见的触电原因主要有下面几种情况。

1. 线路架设不合规

为节省电线而采用一线一地制送电,当接地零线被拔出、线路发生短路或接地不良时,均会引起触电;室内外线路对地距离、导线之间的距离小于容许值,通信线、广播线与电力线间隔距离过近或同杆架设,线路绝缘破损等而引起触电。

2. 电气操作制度不严格

不采取可靠的保安措施,带电操作;不熟悉电路和电器,盲目修理;救护已触电的人,自身不采用安全保护措施;停电检修,不挂电气安全警示牌;使用不合格的保安工具检修电路和电器;人体与带电体过分接近,又无绝缘措施或屏护措施;在架空线上操作,不在相线上加临时接地线等,都会引起触电。

3. 用电设备不合要求

电器设备内部绝缘的性能低或已损坏,金属外壳无保护接地措施或接地电阻太大;

开关、熔断器误装在中性线上,一旦断开,使整个线路带电;开关、闸刀、灯具、携带式电器绝缘外壳破损等,可能引起触电。

4. 用电不规范

在室内违规乱拉电线,乱接电器用具;随意加大熔断器熔丝规格;在电线上或电线附近晾晒衣物;在电线(特别是高压线)附近打鸟、放风筝;未断电源,移动家用电器;打扫卫生时,用水冲洗或用湿布擦拭带电电器或线路而导致触电。

1.2.2 触电预防

1. 直接接触电的预防

(1) 绝缘措施

良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行,防止触电事故的重要措施。选用绝缘材料必须与电气设备的工作电压、工作环境和运行条件相适应。例如,新装或大修后的低压设备和线路,绝缘电阻不应低于 $0.5\text{M}\Omega$;高压线路和设备的绝缘电阻不低于 $1000\text{M}\Omega$ 。

(2) 屏护措施

采用屏护装置,如电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳、变压器的遮栏、栅栏等,将带电体与外界隔绝开来。注意,凡金属材料制作的屏护装置,应妥善接地或接零。

(3) 间距措施

在带电体与地面之间、带电体与其他设备之间,应保持一定的安全间距。安全间距的大小取决于电压的高低、设备类型、安装方式等因素。

2. 间接接触电的预防

(1) 加强绝缘

对电气设备或线路采取双重绝缘、加强绝缘措施,使设备或线路绝缘牢固,不易损坏,不致发生金属导体裸露而造成间接触电。

(2) 电气隔离

采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机,使电气线路和设备的带电部分处于悬浮状态。即使线路或设备的工作绝缘损坏,人站在地面上与之接触也不易触电。

(3) 自动断电保护

在带电线路或设备上安装漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护、接零保护等自动保护电器,在触电事故发生时,能自动切断电源,起到保护作用。

1.2.3 触电救护

触电救护是减少触电伤亡的有效措施,对于电气工作人员和用电人员来说,掌握触电救护知识非常重要。

1. 触电的现场抢救

当发现有人触电时,不可惊惶失措,首先应设法使触电者迅速而安全地脱离电源。

根据触电现场的情况,通常采用以下几种急救方法:

① 如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件,只要触电者穿的是比较宽松的干燥衣服,救护者可站在干燥木板上,用一只手抓住衣服将其拉离电源,如图 1.5 所示。也可用干燥木棒、竹竿等将电线从触电者身上挑开,如图 1.6 所示。

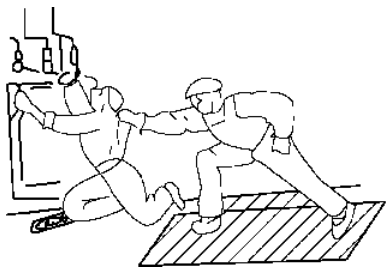


图 1.5 将触电者拉离电源

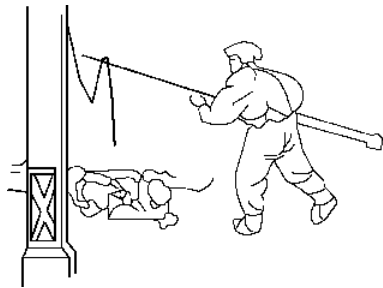


图 1.6 将触电者身上电线挑开

② 如果触电发生在火线与大地之间,一时又无法把触电者拉离电源,可设法将触电者身体与地面隔离开(如加垫干燥木板)。先切断通过人体流入大地的电流,再设法关断电源,使触电者脱离带电体。

③ 救护者也可用手头的刀、斧、锄等带绝缘柄的工具或硬棒,在电源的来电方向将电线砍断或撬断。

④ 触电者脱离电源之后,应根据实际情况,采取不同的救护方法。若触电者神智尚清醒,但仍有头晕、心悸、出冷汗、恶心、呕吐等症状时,应让其静卧休息,减轻心脏负担;若触电者只是一度昏迷,可将其放在空气流通的地方安静地平卧,松开身上的紧身衣服,摩擦全身,使之发热,以利血液循环;若触电者出现痉挛、呼吸衰弱等症状时,应立即施行人工呼吸,并送医院救治;若触电者呼吸停止,但心跳尚存,则应对触电者施行人工呼吸;若触电者心跳停止,呼吸尚存,则应采取胸外心脏挤压法实施抢救;若触电者呼吸、心跳均已停止,则必须同时采用人工呼吸法和胸外心脏挤压法这两种方法进行抢救。

2. 口对口人工呼吸法

人工呼吸的方法很多,其中以口对口吹气的人工呼吸法效果最好,也最容易掌握。具体操作如下:

① 首先使触电者仰卧在平直的木板上,解开衣领,松开上身的紧身衣服,使胸部可以自由扩张。除去口腔中的黏液、血液、食物、假牙等杂物。如果舌根下陷应将其拉出,使呼吸道畅通,如图 1.7 所示。

② 救护人位于触电者的一侧,一只手捏紧触电者的鼻孔,另一只手掰开其口腔。救护人深吸气后,紧贴着触电者的嘴唇吹气,使其胸部膨胀。之后,放松触电者的嘴鼻,使其自动呼气。如此反复进行,吹气 2s,放松 3s,大约 5s 一个循环,如图 1.8 和图 1.9 所示。

③ 吹气时要捏紧鼻孔,紧贴嘴唇,不使漏气,放松时应能使触电者自动呼气。如图 1.10 所示。

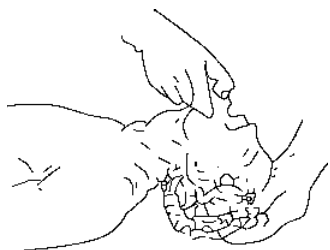


图 1.7 头部后仰



图 1.8 捏鼻掰嘴



图 1.9 贴紧吹气

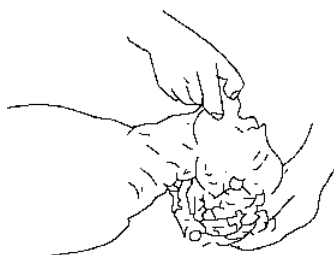


图 1.10 放松换气

④ 对体弱者和儿童吹气时用力应稍轻,不可让其胸腹过分膨胀,以免肺泡破裂。当触电者自己开始呼吸时,人工呼吸应立即停止。

3. 胸外心脏挤压法

胸外心脏挤压法是帮助触电者恢复心跳的有效方法。这种方法是用人工胸外挤压代替心脏的收缩作用,具体操作如图 1.11~图 1.14 所示。



图 1.11 正确压点

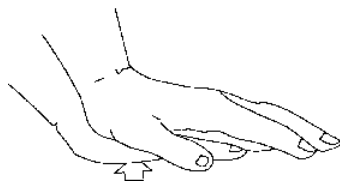


图 1.12 选手姿势

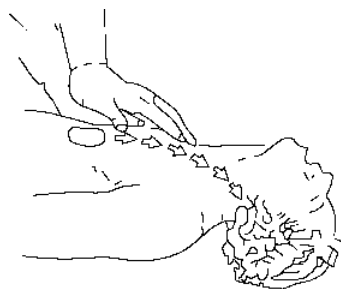


图 1.13 向下挤压

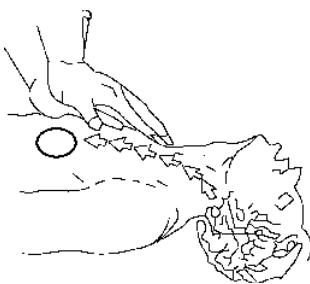


图 1.14 突然放松

① 使触电者仰卧,姿势与进行人工呼吸时相同,但后背着地应结实。先找到正确的挤压点,办法是:救护者伸开手掌,中指尖抵住触电者颈部凹陷的下边缘,手掌的根部就是正确的压点。

② 救护人跪跨在触电者腰部两侧的地上,身体前倾,两臂伸直,两手相迭,以手掌根部放至正确压点。

③ 掌根均衡用力连同身体的重量向下挤压,压出心室的血液,使其流至触电者全身各部位。压陷深度成人为3~5cm,对儿童用力要轻。太快太慢或用力过轻过重,都不能取得好的效果。

④ 挤压后掌根突然抬起,依靠胸廓自身的弹性,使胸腔复位,血液流回心室。

重复③、④步骤,每分钟60次左右为宜。

总之,要注意压点正确,下压均衡、放松迅速、用力和速度适宜,要坚持做到心跳完全恢复。如果触电者心跳和呼吸都已停止,则应同时进行胸外心脏挤压和人工呼吸。一人救护时,两种方法可交替进行;两人救护时,两种方法应同时进行,但要配合默契。

1.3 电工安全操作规程

为保证人身和设备安全,国家按照安全技术要求制定并颁发了一系列的规程,主要有《工业企业电工作业安全规程》(简称《电工作业安全规程》)、《电气装置安装规程》、《电气装置检修规程》等,统称为安全技术规程。由于各种规程的内容较多,且专业性较强,不能全部叙述,这里主要介绍《电工作业安全规程》。

《电工作业安全规程》适用于工业企业及各用电单位,包括总则、安全措施、变(配)电所、线路的工作、车间电气、电气试验和测定工作6章,主要内容如下:

① 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

② 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电,不准用手触及。

③ 不准在运转中拆卸、修理电气设备。必须在停车、切断电源、取下熔断器、挂上“禁止合闸,有人工作”的警示牌,并验明无电后,才可进行工作。

④ 在总配电盘及母线上工作时,在验明无电后应挂临时接地线。装拆接地线必须由值班电工进行。

⑤ 工作临时中断后或每班开始工作前,必须重新检查电源是否确已断开,并要验明无电。

⑥ 每次维修结束后,必须清点所带的工具、零件等,以防遗留在电气设备中而造成事故。

⑦ 由专门检修人员修理电气设备时,值班电工必须进行登记,完工后做好交代。共同检查后,才可送电。

⑧ 必须在低压电气设备上带电工作时,要经领导批准,并有专人监护。工作时要戴工作帽,穿长袖衣服,戴工作手套,使用绝缘工具,并站在绝缘物上操作,邻相带电部分和接地金属部分应使用绝缘板隔开。