

电工实践指导

熊芝耀 编著

湖南大学出版社

前 言

电工电子实习是普通高等工科院校化工、土木、机械、环境、电气、电子、电信、自动化、计算机等专业新设的重要实践教学环节,是培养工程技术综合型技术人才的重要手段之一。它不同于单个课程的实验环节和单个课程的课程设计环节。它的任务是让学生广泛接触实际应用,训练基本技能,增强实践能力,如各种电气控制的安装与调试,各种电子小产品的安装与调试等,为今后从事技术工作和学习后续专业课程打下良好的基础。

本书为电工电子实习系列教材之一,侧重于电工实践的训练。本书内容共分六章。第一章为安全用电的一般知识,介绍了有关安全用电方面的基本知识和安全操作的注意事项。第二章为常用电工工具、电工材料和电工仪表,介绍了这些常用器材的结构原理和使用注意事项。第三章为常用低压电器及其图形符号,介绍了常用低压电器的结构原理、用途以及在图纸技术交流中图形符号的说明。第四章为电工内线安装,介绍了室内电气照明安装的具体方法。第五章为电气控制及安装,介绍了多种电气控制线路及其原理,以及有关电气控制线路的安装接线图。第六章为电工实践内容,列举了电工实践内容的清单,以供学生选择。

本书亦可作为社会电工人员的培训教材。

湖南大学电气与信息工程学院张碧英教授、赖烈恩副教授对全书进行了审阅,并提出了宝贵的意见,特此致谢。

由于时间仓促,同时限于作者水平,书中不妥之处在所难免,请读者予以批评指正。

作 者

1999年10月于湖南大学

目 次

第一章 安全用电的一般知识

§ 1-1 触电的原因和形式及其保护	1
§ 1-2 触电急救	8
§ 1-3 安全用具	10

第二章 常用电工工具、电工材料和电工仪表

§ 2-1 常用电工工具	14
§ 2-2 常用电工材料	16
§ 2-3 常用电工仪表	19

第三章 常用低压电器及其图形符号

§ 3-1 常用低压电器	24
§ 3-2 常用电器的图形符号	31

第四章 电工内线安装

§ 4-1 电气照明	38
§ 4-2 导线的连接	44
§ 4-3 常用室内照明安装	46

第五章 电气控制及安装

§ 5-1 基本电气控制线路原理图	63
§ 5-2 异步电动机控制线路的安装接线图	73

第六章 电工实践内容

§ 6-1 电工实践报告格式	78
§ 6-2 实践内容	80
§ 6-3 电工实践内容的选定	84

自测题	85
-----------	----

自测题参考答案	87
---------------	----

附录 1 变、配电所设备维护与操作	88
-------------------------	----

附录 2 工业企业电工作业安全规程	95
-------------------------	----

参考文献	107
------------	-----

第一章 安全用电的一般知识

§ 1-1 触电的原因和形式及其保护

当人身触及了电源,或与高压带电体的距离小于放电距离,以及带电操作时发生强烈电弧,使人体受到了电流的伤害,我们把它叫做触电。

电对人体的伤害性质,主要有电击和电伤两种。

电击:人体直接接触了带电部分,就有电流通过人体,在开始触电的瞬时,人体电阻还较高,肌肉稍有收缩,如此时触电者不能立即摆脱电源,人体电阻则会迅速下降,通过人体的电流继续增加,肌肉收缩加剧,最后人体电阻继续下降,通过人体的电流继续增加,当电流增加到一定值时,人体肌肉发生痉挛、呼吸困难、心脏麻痹,而至死亡。

电伤:是指由于电流的热效应、化学效应、机械效应,以及在电流作用下,使熔化和蒸发的金属微粒等侵袭人体皮肤,以致局部皮肤受到灼伤、烙伤和皮肤金属化的伤害,严重的也可致人于死命。

一、人体触电安全临界值

1. 安全电流临界值

人体触电的安全电流与触电的持续时间有关。当触电电流为 30mA 至 50mA 并持续数分钟以上时即可使人体遭受危险,如果触电电流高达 50 至数百 mA,则持续时间只需几个心脏搏动周期就可使人体发生心室颤动、心脏跳动停止和死亡。但如果触电时间不超过 10ms,则触电电流即使高达数百 mA,一般也不会引起人身的危险。

目前世界各国趋向于从避免心室颤动这一观点出发来确定安全电流的临界值。提出以开始引起心室颤动的电流值与触电时间的乘积($50\text{mA}\cdot\text{s}$)再乘以 0.6 的安全系数,即 $30\text{mA}\cdot\text{s}$ 作为实用安全电流的临界值。

2. 安全电压临界值

触电电流由人体的实际电阻和接触电压来决定。为了使触电电流小于规定的安全电流,因此规定了安全电压。由于安全电流随触电时间的不同而异,因而安全电压与触电时间也有关系,见表 1-1。

表 1-1

预期接触电压(V)	< 50	50	> 75	90	110	150	220	280
最大允许时间(s)	∞	5	1	0.5	0.2	0.1	0.05	0.03

表中以 50V 为人体触电的安全电压。上面提到的安全电流和安全电压都是在一般

工作条件下规定的。在某些特殊的场合,如高空作业、身体浸在水中等,安全电流和安全电压还应降低。

我国规定 36V 及以下的电压为安全电压,而在潮湿、有导电尘的场合则规定为 24V,在非常潮湿、有腐蚀性气体的场合则规定为 12V。

二、触电的原因

导致触电的原因很多,如供用电设备架设安装不符合规程要求,维护检修工作不及时,缺乏安全用电常识,违章作业等。

三、触电的形式

1. 两相触电

如果人体有两点同时接触到三相电路的任何两根相线,电流就会从一根相线通过人体流到另一根相线,形成一条电路。这种因人体处于线电压之下而触电的情况叫做两相触电,如图 1-1 所示。

2. 单相触电

人体接触三相导线中任意一根相线,电流就从一根相线通过人体流入大地,称为单相触电。它的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和每相对地电容的大小等而定。



图 1-1 两相触电

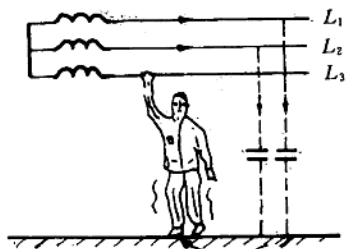


图 1-2 中性点不接地电网的单相触电

在中性点不接地电网中的单相触电,如图 1-2 所示。触电时电流经过人体通过与其他两相对地绝缘电阻而成通路。人处在线电压之下,通过人体的电流不仅决定于人体电阻,也决定于线路绝缘电阻大小。如线路对地绝缘电阻很大,人又穿橡胶底鞋时,可能不致发生危险。但若线路较长、电压较高、线路对地电容相当大时,也可能发生危险。

在中性点接地电网中的单相触电,如图 1-3 所示。人接触电网中的任何一根相线,人处于电网的相电压之下,电流经过人体、大地和中性点的接地电阻形成通路而触电。

3. 跨步电压触电

当三相高压配电线的任一根带电导线断落接地时,就有电流入地并向四周流散。若以电流入地点为圆心,在 20m 范围内画出许多同心圆(见图 1-4),同心圆圆周上的电位彼此是不相同的。离电流入地点越近的圆周上电位越高,反之,离得越远电位越低。就是

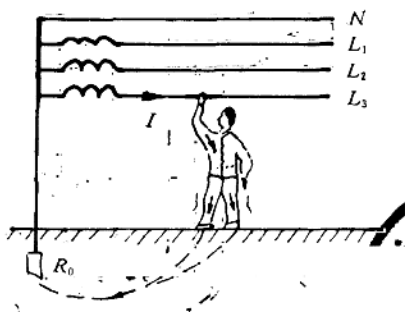


图 1-3 中性点接地电网的单相触电



图 1-4 跨步电压触电

说各圆圆周间都有电位差(即电压)。如果人的两脚沿电流入地点的半径方向分开站立,双足之间就有电位差,这个电位差就叫做跨步电压。

若人走进离电流入地点 8~10m 内的地段,两脚分开处在跨步电压之下,就有电流通过两脚和身体而造成触电,这就叫做跨步电压触电。牛马等牲畜的前后脚距离大,受到跨步电压触电的危险就更大了。

上述触电方式都是指人体直接接触及正常带电体,另外还有一种触电情况则是触及意外带电体,如电机或电器的金属外壳在正常工作时并不带电,但当绝缘材料损坏而漏电时,如果接触这些部件的金属外壳,就有触电的危险。而且,在低压触电事故中,这种触电事故的比例还相当大。

四、接地保护

为了人身安全和电力系统工作的需要,要求对电气设备采取接地措施。按接地目的的不同,可分为工作接地和保护接地。

1. 工作接地

为了保证电气设备在正常和事故情况下可靠地工作,常将系统的中性点接地,这种接地方式称为工作接地,如图 1-5 所示。

2. 保护接地

将电气设备在正常运行中不带电的金属外壳或构架与大地作良好的电气联接称为保护接地,如图 1-6 所示。

在中性点不接地的系统中,当接到这个系统中的某台电动机由于其内部绝缘损坏而使机壳带电时,如果此时人体触及机壳,将有电流通过人体,并与分布电容构成回路从而使人触电。

由于电动机采取了保护接地,则当人体触及外壳时,人体与接地装置构成并联支路,且由于人体电阻比接地电阻大得多,因此,流过人体的电流变得很小,从而避免了触电的危险。

在中性点接地的三相四线制系统中不宜采用保护接地。

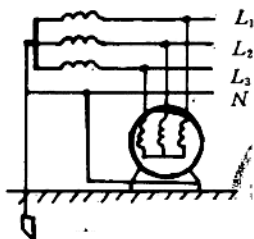


图 1-5 工作接地

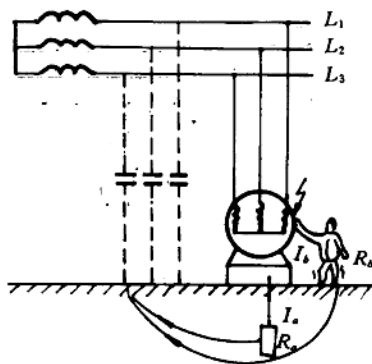


图 1-6 保护接地

五、保护接地的形式

依照国际电工委员会 IEC 的规定,低压配电系统按保护接地的形式,分为 TN 系统、TT 系统和 IT 系统。

1. TN 系统

凡是有中性线的三相系统,通称为三相四线制系统,亦称 TN 系统,如图 1-7 所示。

(1) TN-C 系统

如果三相四线制系统中的中性线与保护线共用一根导线(保护中性线),则该系统称“TN-C 系统”,如图 1-7(a)所示。

(2) TN-S 系统

如果三相四线制系统中的中性线与保护线完全分开,则该系统称“TN-S”系统,如图 1-7(b)所示。

(3) TN-C-S 系统

如果三相四线制系统中的中性线与保护线在前边共用,而在后边又全部或部分地分开,则该系统称“TN-C-S 系统”,如图 1-7(c)所示。

2. TT 系统

如图 1-8 所示,TT 系统的电源中性点直接接地,并引出中性线 N ,仍属三相四线制系统,其设备的外露可导电部分则经各自的保护线(PE)线分别直接接地。

3. IT 系统

如图 1-9 所示,IT 系统的电源中性点不接地或经阻抗(约 1000Ω)接地,且不引出中性线 N ,它一般为三相三线制系统。

六、保护接地的功能及其特性

1. TN 系统

(1) TN-C 系统

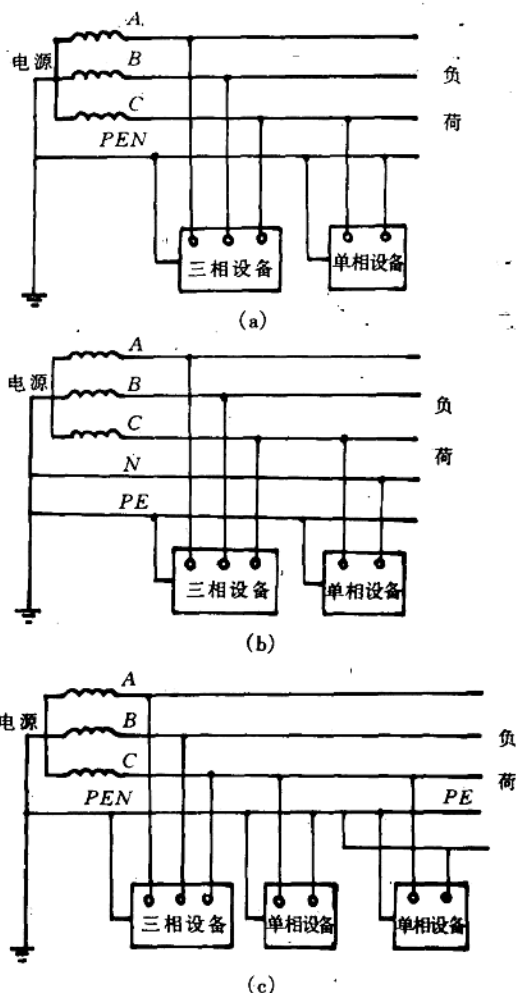


图 1-7 电源中性点接地的 TN 型低压配电系统
(a)TN-C 系统 (b)TN-S 系统 (c)TN-C-S 系统

如图 1-7(a)所示,这种系统的 N 线和 PE 线合为一根 PEN 线,所有设备的外露可导电部分均与 PEN 线相连。当三相负荷不平衡或只有单相用电设备时, PEN 线上有电流通过。在一般情况下,如开关保护装置和导线截面选择适当,这种系统是最能够满足供电可靠性要求的,而且投资较省,又节约导电材料。这种系统目前在我国应用最为普遍。

(2)TN-S 系统

如图 1-7(b)所示,这种系统的 N 线和 PE 线是分开的,所有设备的外露可导电部分均与公共 PE 线相连。这种系统的优点在于公共 PE 线在正常情况下没有电流通过,因此不会对接 PE 线上的其他设备产生电磁干扰,所以这种系统适于供数据处理、精密检测装置等使用。但这种系统消耗的导电材料较多,投资增加。此外,由于其 N 线与 PE 线分

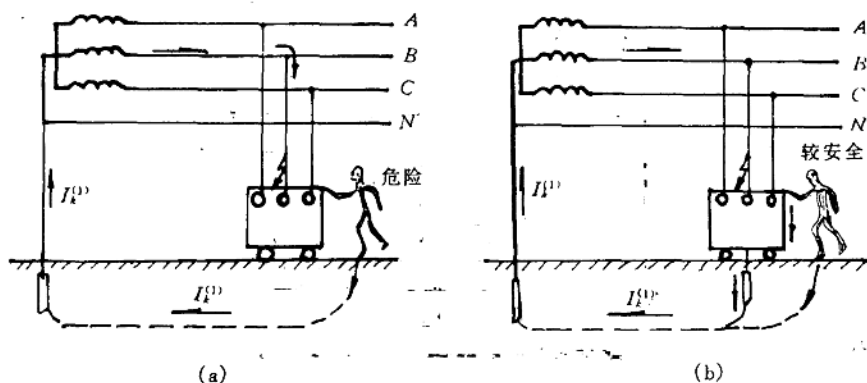


图 1-8 TT 系统保护接地功能说明

(a) 外露可导电部分未接地时 (b) 外露可导电部分接地时

开,因此 N 线断线也并不影响接 PE 线上设备的防间接触电的安全性。这种系统多用于环境条件较差、对安全可靠要求较高及设备对电磁干扰要求较严的场所。

(3) TN-C-S 系统

如图 1-7(c)所示,这种系统是前边为 TN-C 系统,后边为 TN-S 系统(或部分地为 TN-S 系统)。这种系统兼有 TN-C 系统和 TN-S 系统的特点,常用于配电系统末端环境条件较差或有数据处理等设备的场所。

2. TT 系统

TT 系统的电源中性点直接接地,也引出有 N 线,属三相四线制系统,而设备的外露可导电部分则经各自的 PE 线分别直接接地,其保护接地的功能可用图 1-8 来说明。

如果设备的外露可导电部分未接地(图 1-8(a)),则当设备发生一相接地故障时,外露可导电部分就要带上危险的相电压。由于故障设备与大地接触不良,从而这一单相故障电流可能较小,通常不足以使故障设备电路中的过电流保护装置动作,切除故障设备,这样就增加了人体触电的危险。如果人体触及这一故障设备的外露可导电部分,单相故障电流就要通过人体,这是相当危险的。

如果设备的外露可导电部分采取直接接地(图 1-8(b)),则当设备发生一相接地故障时,就通过保护接地装置形成单相短路电流 $I_k^{(1)}$,这一电流通常足以使故障设备电路中的过电流保护装置动作,迅速切除故障设备,从而大大减少了人体触电的危险。即使在故障未切除时人体触及故障设备的外露可导电部分,由于人体电阻远大于保护接地电阻,通过人体的电流也是比较小的,对人体的危险性也较小。

但是,如果这种 TT 系统中的设备只是绝缘不良引起漏电时,则由于漏电电流可能使电路中的过电流保护装置不动作,从而使漏电设备的外露可导电部分长期带电,这就增加了人体触电的危险。因此,为保障人身安全,对这种系统应考虑装设灵敏的触电保护装置。

TT 系统由于所有设备的外露可导电部分都是经各自的 PE 线分别直接接地的,各自的 PE 线间无电磁联系,因此也适于对数据处理、精密检测装置等供电;同时 TT 系统又与 TN 系统一样属三相四线制系统,接用相电压的单相设备也很方便,如果装设触电保护装

置,对人身安全也有保障,所以这种系统在国外应用比较广泛,在我国也有推广的趋势。

3. IT 系统

如图 1-9 所示,图中电气设备的外露可导电部分均经各自的 PE 线分别直接接地。这种系统中的设备如发生一相接地故障时,其外露可导电部分将呈现对地电压,并经设备外露可导电部分的接地装置、大地和非故障的两相对地电容以及电源中性点接地装置(如采取中性点经阻抗接地时)而形成单相接地故障电流。如果电源中性点不接地时,则此故障电流完全为电容电流,其三相电压仍维持不变,因此三相用电设备仍可继续正常运行;但应装设绝缘监察装置或单相接地保护。在 IT 系统发生接地故障时,由绝缘监察装置或单相接地保护发出音响或灯光信号,以提醒值班人员及时排除接地故障。否则当另一相再发生接地故障时,将发生两相接地短路,导致供电中断。

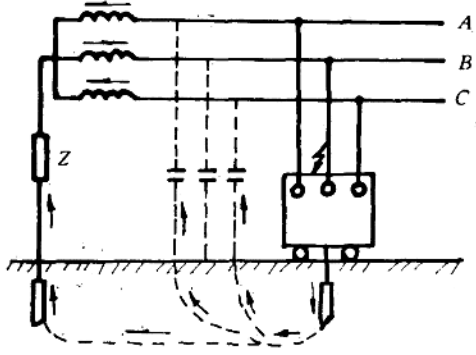


图 1-9 IT 系统在发生一相接地故障时的故障电流

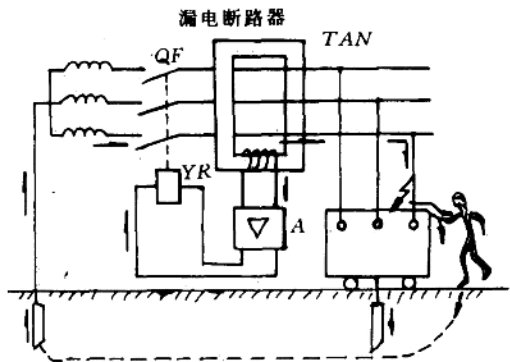
IT 系统的一个突出优点就在于它在发生一相接地故障时,所有三相用电设备仍可暂时继续运行。但同时出现一个问题,就是另两相的对地电压将由相电压升高到线电压,增加了对人身安全的威胁。IT 系统的另一个优点是其所有设备的外露可导电部分与 IT 系统一样,都是经各自的 PE 线分别直接接地,各台设备的 PE 线间无电磁联系。

IT 系统目前我国应用不多。

七、触电保护器

触电保护器又称漏电保护器或称漏电断路器,按工作原理可分为电压动作型和电流动作型两种,但通用的为电流动作型。

图 1-10 为电流动作型漏电断路器工作原理示意图。它由零序电流互感器 TAN、放大器 A 和低压断路器 QF (内含脱扣器 YR) 三部分组成。设备正常运行时,主电路三相电流相量和为零,因此零序电流互感器 TAN 的铁芯中没有磁通,其二次侧没有输出电压。如果设备发生漏电或单相接地故障时,由于主电路三相电流的相量和不为零,零序电流互感器 TAN 的铁芯中就有零序磁通,其二次侧就有输出电流,经放大器 A 放大后,通入脱扣器



TAN - 零序电流互感器; A - 放大器;

YR - 脱扣器; QF - 低压断路器

图 1-10 电流动作型漏电开关工作原理示意图

YR 上,使断路器 QF 跳闸,从而切除故障电路,避免人员发生触电事故。

§ 1-2 触电急救

触电的现场急救是抢救触电人过程中的一个关键,如处理得及时和正确,就能使许多因触电呈假死的人获救;反之,必然带来不可弥补的后果。因此,触电急救技术不仅医务人员必须熟悉和掌握,从事电气工作的人员也必须熟悉和掌握。

一、脱离电源

使触电人很快脱离电源,是救治触电人的第一步,也是最重要的一步。具体作法如下:

1. 如果开关距离救护人较近,应迅速地拉开开关,切断电源。
2. 如果开关距离救护人很远,可用绝缘手钳或装有干燥木柄的刀、斧、铁锹等将电线切断;但要防止被切断的电源线触及人体。
3. 当导线搭在触电人身上或压在身下时,可用干燥木棒、竹竿或其他带有绝缘手柄的工具迅速将电线挑开,但不能直接用手或用导电的物件去挑电线,以防触电。
4. 如果触电人衣服是干燥的,而且电线并非紧缠在其身上时,救护人员可站在干燥的木板上用一只手拉住触电人的衣服把他拉离带电体,但这只适于低压触电的情况。在拉时要注意,不可触及触电人的皮肤,也不可触及触电人的鞋子,因为鞋子可能是湿的,或者有鞋钉,难免导电。
5. 如果是人在高空触电,还须采取安全措施,以防电源切断后,触电人从高空摔下致残或致死。

二、急救处理

当触电人脱离电源后,应即依据具体情况,迅速对症救治,同时赶快派人请医生前来抢救。

- (1) 如果触电人的伤害并不严重,神志尚清醒,只是有些心慌,四肢发麻,全身无力,或者虽一度昏迷,但未失去知觉时,都要使之安静休息,不要让其走路,并密切观察其病变。
- (2) 如果触电人的伤害较严重,失去知觉,停止呼吸,但心脏微有跳动时,应采取口对口人工呼吸法施救。如果虽有呼吸,但心脏停跳时,则应采取人工胸外挤压心脏法施救。
- (3) 如果触电人伤害得相当严重,心跳和呼吸都已停止,人完全失去知觉时,则需同时采用口对口人工呼吸和人工胸外挤压心脏两种方法施救。如果现场仅有一人抢救时,可交替使用这两种方法,先胸外挤压心脏 4~8 次,然后暂停,代以口对口吹气 2~3 次,再挤压心脏,又口对口吹气,如此循环反复地进行操作。

人工呼吸和胸外挤压心脏应尽可能就地进行,只有在现场危及安全时,才可将触电人抬到安全地方进行急救。在运送医院途中,也要连续进行人工呼吸或心脏挤压进行抢救。

三、人工呼吸和心脏挤压

人的生命的维持,需要靠心脏跳动推动的血液循环和由呼吸而形成的氧气和废气的交换过程。“假死”就是由中断了这种过程的结果所致。因此,可以采用人工的方法来暂时替代已经中断的这种过程,以求过渡到人的正常功能的恢复。所以当人触电后一旦出现假死现象,应即迅速施行人工呼吸或心脏挤压。人工呼吸和心脏挤压是一种简便易行且效果较好的方法。

1. 口对口(或口对鼻)吹气法

(1)首先迅速解开触电人的衣服、裤带,松除其上身的紧身衣、护胸罩和围巾等,使其胸部能自由扩张,不致妨碍呼吸。

(2)使触电人仰卧,不垫枕头,头先侧向一边,清除其口腔内的血块、假牙及其他异物等。如其舌根下陷,应将舌头拉出,使呼吸道畅通。如触电者牙关紧闭,救护人应以双手托住其下巴骨的后角处,大拇指放在下巴角边缘,用手将下巴骨慢慢向前推移,使下牙移到上牙之前;也可用开口钳、小木片、金属片等小心地从口角伸入牙缝撬开牙齿,清除口腔内异物。然后将其头部扳正,使之尽量后仰,鼻孔朝天,使呼吸道畅通。

(3)救护人位于触电人头部的左边或右边,用一只手捏紧其鼻孔,不使漏气;用另一只手将其下巴拉向前下方,使其嘴巴张开,嘴上可盖一层纱布,准备接受吹气。

(4)救护人作深呼吸后,紧贴触电人的嘴巴,向他大口吹气,如图 1-11(a)所示。如果掰不开嘴,可捏紧嘴巴,紧贴鼻孔吹气,吹气时,要使其胸部膨胀。

(5)救护人吹气完毕后换气时,应立即离开触电人的嘴巴(或鼻孔),并放松紧捏的鼻(或嘴),让其自由排气,如图 1-11(b)所示。

按照上述要求对触电人反复地吹气、换气,每分钟约 12 次。对幼小儿童施行此法时,鼻子不必捏紧,可任其自由漏气,而且吹气不能过猛,以免肺包胀破。



图 1-11 口对口吹气的人工呼吸法(ϕ 为气流方向)
(a)贴紧吹气 (b)放松换气

2. 人工胸外挤压心脏法

(1)与人工呼吸法的要求一样,首先要解开触电人衣物,并清除口腔内异物,使其胸部

能自由扩张。

(2)使触电人仰卧,姿势与上述口对口吹气法相同,但后背着地处的地面必须牢固,为硬地或木板之类。

(3)救护人位于触电人一边,最好是跨腰跪在触电人的腰部,两手相迭(对儿童可只用一只手),手掌根部放在心窝稍高一点的地方(掌根放在胸骨的下三分之一部位),如图 1-12 所示。



图 1-12 心脏挤压的正确压点

(4)救护人找到触电人的正确压点后,自上而下,垂直均衡地用力向下挤压,压出心脏里面的血液,如图 1-13(a)所示。对儿童,用力要适当小一些。

(5)挤压后,掌根迅速放松(但手掌不要离开胸部),使触电人胸部自动复原,心脏扩张,血液又回到心脏里来,如图 1-13(b)所示。

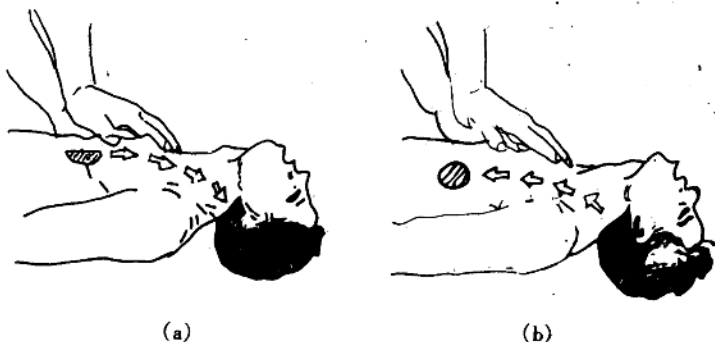


图 1-13 人工胸外挤压心脏法(ϕ 为血流方向)

(a)向下挤压 (b)迅速放松

按照上述要求反复地对触电人的心脏进行挤压和放松,每分钟约 60 次。挤压时定位要准确,用力要适当。既不可用力过猛,以免将胃中食物也挤压出来,堵塞气管,影响呼吸,或折断肋骨,损伤内脏,又不可用力过小,达不到挤压血流的作用。

在施行人工呼吸和心脏挤压时,救护人应密切观察触电人的反应。只要发现触电人有苏醒迹象,如眼皮闪动或嘴唇微动,就应中止操作几秒钟,以让触电人自行呼吸和心跳。

施行人工呼吸和心脏挤压对于救护人来说是非常劳累的,而且必须坚持不懈,直到触电人复苏或医务人员前来救治为止。只有医生才有权宣布触电人真正死亡。事实说明,只要正确地坚持施行人工救治,触电假死的人被抢救复活的可能性是非常大的。

§ 1-3 安全用具

在电气设备上工作时,为了保证安全,避免发生触电、灼伤等事故,就要用各种安全用具。

一、安全用具的种类

1. 绝缘杆(操作杆)

绝缘杆是基本的安全用具,主要用于闭合或拉开隔离开关和跌落式开关,另外,在装携带型接地线以及进行测量和试验时也会用到它。绝缘杆由工作、绝缘和握手等部分组成,如图 1-14 所示。根据工作需要,工作部分用金属制成,有各种不同的样式,装在绝缘部分的顶端;绝缘和握手部分用电木、胶木、塑料,或在苧麻油中煮沸过的木料制成。绝缘部分的长度不得小于表 1-2 中所示的数值。

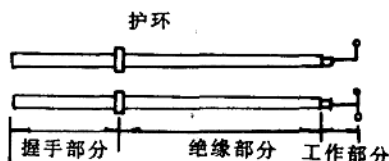


表 1-2 绝缘杆的长度

电气设备的 额定电压 (kV)	户内设备		户外设备及架空线	
	绝缘部分长度 (m)	握手部分长度 (m)	绝缘部分长度 (m)	握手部分长度 (m)
≤10	0.7	0.3	1.1	0.4
≤35	1.1	0.4	1.4	0.6

2. 绝缘夹

绝缘夹是作安装和拆除熔断器上熔丝用的(如图 1-15)。在 35kV 及以下的电力系统中,作为基本安全用具;在 35kV 以上的电力设备中,不准使用。绝缘夹由工作部分(钳扣)、绝缘部分和握手部分组成,其最小长度数值如表 1-3 中所列。钳口必须能保证夹紧熔断器。

表 1-3 绝缘夹的最小长度

电气设备的 额定电压 (kV)	户内设备		户外设备	
	绝缘部分长度 (m)	握手部分长度 (m)	绝缘部分长度 (m)	握手部分长度 (m)
10	0.45	0.15	0.75	0.20
35	0.75	0.20	1.20	0.20

3. 绝缘橡皮垫和绝缘站台

这些设备都是辅助安全用具,用以使工作人员在操作电气设备时增加对地绝缘,防止触电。

绝缘站台(如图 1-16)包括台面和台脚两部分。台面用干燥坚硬的木板制成,台脚用瓷绝缘材料制成。

4. 绝缘手套和绝缘鞋、靴

绝缘手套、鞋、靴是用橡胶特制而成的。绝缘手套在 1kV 以下电气设备上使用时,作



图 1-15 绝缘夹

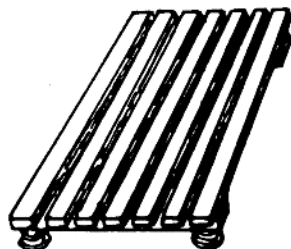
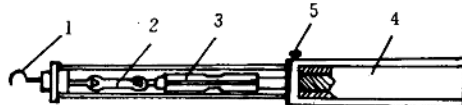


图 1-16 绝缘站台

为基本安全用具；在 1kV 以上电气设备上使用时，作为辅助安全用具。绝缘手套的长度：长的不小于 40cm，短的不小于 30cm。绝缘鞋、靴都是辅助安全用具，用以防止跨步电压。

5. 验电器

验电器是用来检验导体上是否带电的专用工具。由验电器本体和握柄两部分组成，如图 1-17 所示。在验电器上标有使用电压的范围。



1-工作触头；2-氖灯；3-电容器；4-握柄；5-接地螺丝

图 1-17 高压验电器的构造

6. 携带型接地线

携带型接地线是用于架空线路和电气设备停电检修时作临时接地的安全用具。它用多股裸铜绞线制成，其截面积不得小于 25mm^2 。

7. 遮拦

遮拦用作隔离划分带电与不带电的部分。可用干燥木料制成，也可以用绳子代替。

8. 警告牌

警告牌是一种安全标志设施，用木板制成，板上写着各种不同的警告标志，如图 1-18 所示。



图 1-18 警告牌

二、安全用具的使用和维护

使用安全用具时,应注意下列几点:

①安全用具必须加强日常的保养,要防止受潮,损坏和脏污。绝缘杆应放在木架上,不要靠墙或放在地上。绝缘手套、鞋、靴应存放在箱柜内,不许存放在过冷过热、阳光曝晒和有酸、碱、油类的地方,以防胶质老化,也不许和其他硬、刺、脏物混放在一起或压以重物。验电器需放在盒内,并置于干燥的地方。

②使用绝缘手套前,应检查有无漏气。

③辅助安全用具不能直接接触高压(1kV 以上)电气设备。

④使用绝缘杆时,必须带上干燥的线手套。

第二章 常用电工工具、电工材料和电工仪表

§ 2-1 常用电工工具

一、验电笔

验电笔,电工常叫它试电笔,简称电笔。其构造如图 2-1 所示。

验电笔是用来检查测量低压导体和金属外壳是否带电的一种常用工具。它具有体积小、重量轻、携带方便、检验简单等优点,是电工必务的工具之一。

验电笔常做成钢笔式结构,有的也做成小型螺刀结构,前端是金属探头,后部塑料外壳内装有氖泡、电阻和弹簧,上部有金属端盖或钢笔型挂鼻,使用时作为手触及的金属部分。

普通低压验电笔的电压测量范围在 60~500V 之间,低于 60V 时电笔的氖泡可能不会发光显示。高于 500V 的电压不能用普通验笔来测量,否则会造成人身触电。所以必须提醒电工初学者,切勿用普通验电笔测试超过 500V 的电压!

当用验电笔测试带电体时,带电体上的电荷经笔尖(金属体)、氖泡电阻弹簧、笔尾端的金属体、再经过人体接入大地,形成回路。带电体与大地之间的电压超过 60V 后,氖泡便会发光,指示被测带电体有电。

在使用电笔时要注意以下几点:

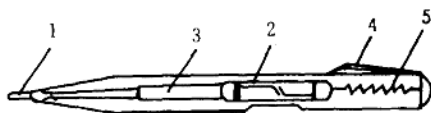
(1)使用验电笔之前,首先要检查电笔有无安全电阻在里面,再直观检查验电笔是否损坏,有无受潮或进水,检查合格后方可使用。

(2)在使用验电笔正测量电气设备是否带电之前,先要将验电笔在有电源的部位检查一下氖泡是否能正常发光,如果验电笔氖泡能正常发光,则可开始使用。

(3)如果验电笔需在明亮的光线下或阳光下测试带电体时,应当避光检测电气是否带电,以防光线太强不易观察到氖泡是否发亮,造成误判。

(4)大多数验电笔前端的金属探头都制成一物两用的小螺丝刀,在使用中特别注意验电笔当做螺丝刀使用时,用力要轻,扭矩不可过大,以防损坏。

(5)验电笔在使用完毕后在保持清洁,放置干燥处,严防摔碰。



1-工作触头;2-氖灯;3-碳精电阻;

4-握柄;5-弹簧

图 2-1 验电笔的构造

二、螺丝刀

螺丝刀又称起子,其头部形状有一字形和十字形两种,手制作成为木柄或塑料手柄,