

借

现场触电 急救知识



湖南省电力行业协会职业安全卫生分会
湖南省电力公司安全监察部

编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

现场触电 急救知识

湖南省电力行业协会职业安全卫生分会
湖南省电力公司安全监察部

编

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

自改革开放以来,我国工业生产得到了迅速的发展,人民的日常生活水平日益提高,电力已成为国民经济发展和人民生活中不可缺少的部分。随着用电量的大量增加,安全用电的矛盾越来越突出,在电力生产和电器使用过程中,如果不懂得安全用电的知识、不采取可靠的防护措施,就有可能发生触电事故,造成人身伤亡事故和给国家财产带来巨大损失。因此,普及触电急救知识、加强急救培训,对保障职工的生命安全和保证生产的正常进行都具有重大的现实意义。

触电及人身防护是安全用电工作的重要组成部分。在电力生产和电器使用过程中,人身触电事故时有发生,但触电并不等于死亡。实践证明,触电急救的关键是迅速脱离电源及正确的现场急救方法。只要救护者抢救及时,多数都可以“起死回生”。本书详细介绍了人体触电的方式及防止发生触电的技术措施、现场触电急救技术,主要内容包括:概述、人身触电、防止人身触电的技术措施、现场(院前)触电急救技术措施。

本书可作为电力系统班组人员的培训、自学教材,也可作为普通居民安全用电的科学普及读物。

图书在版编目(CIP)数据

现场触电急救知识/湖南省电力行业协会职业安全卫生分会,湖南省电力公司安全监察部编. —北京:中国电力出版社, 2007

ISBN 978 - 7 - 5083 - 5545 - 0

I. 现… II. ①湖… ②湖… III. 电灼伤 - 急救 - 基本知识 IV. R647.059.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 069759 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2007年6月第一版 2007年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 1.75印张 32千字

印数0001—6000册 定价8.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《现场触电急救知识》

编委会名单



主 任 姚斌湘

副 主 任 朱泌生

章 建

委 员 甘继红 毛永钊 周正涛 向 征

伍祥杰 万 梅 肖三元

顾 问 胡守兴

主 编 邱金柱

副 主 编 彭石明

李小明

前言



《现场触电急救知识》

Preface

为配合湖南省电力公司的安全年活动，我们组织编写了这本《现场触电急救知识》。本书的编写工作于2006年10月开始启动，在完成初稿的基础上，我们组织了具有高级职称和一线培训经验的专业人员，集中对本教材进行审定。参加审定的同志们对初稿进行了认真细致的修改，教材中理论性知识，教员在授课时可以作为参考。本书中用电部分中的理论知识，可以作为基层电工的学习资料；急救方面的理论知识均为2005—2006年中急救学新观点，在培训中可以作为教员的参考资料。

我们的培训对象均为一线员工，因此教员在授课时可以从繁就简，对触电者的现场急救只要掌握正确的操作方法就可以了。

本书在编写过程中得到湘雅二附院胡守兴教授指导，修审工作得到了株州电业局苏跃局长和人力资源部甘继红主任等给予的大力支持和指导，再此谨向他们表示衷心感谢！由于受时间、经验等多方面的限制，不足之处在所难免，敬请各位读者批评指正。

编者

2007年3月

目 录

《现场触电急救知识》

Contents.

前言

1 概述	1
1.1 电气事故的危害	1
1.2 触电造成的人身伤害	3
1.3 触电急救培训	3
2 人身触电	5
2.1 直流电与交流电	5
2.2 电流对人体伤害	6
2.3 人体的触电方式	12
3 防止人身触电的技术措施	19
3.1 安全接地	19
3.2 安全电压	29
3.3 漏电保护装置	30
4 现场（院前）触电急救技术	35
4.1 脱离电源	35
4.2 现场急救	38
复习思考题	47
参考文献	48

概 述

自改革开放以来,我国工业生产得到了迅速的发展,人民的生活水平日益提高,电力已成为国民经济发展和人民生活中不可缺少的部分。随着用电量的大量增加,安全用电的矛盾越来越突出,如果不重视安全,则会造成人身伤亡事故和国家财产的巨大损失。因此,安全用电对预防现场触电事故的发生具有重大的现实意义。

1.1 电气事故的危害

电气事故造成设备损坏,停电、停产会给国民经济造成巨大的损失和引起社会秩序紊乱。如炼钢厂的高炉停电时间超过 0.5h,铁水就要凝固,造成高炉毁坏;医院里如果停电,进行中的手术就得终止,病人生命危在旦夕;矿井下如果停电,会影响井下通风,使空气中的瓦斯含量增加,可能引起井下人员窒息和瓦斯爆炸。

1.1.1 1965 年 11 月 9 日美国东北部系统发生大停电事故,造成 21000MW 用电负荷停电,停电时间长达 13h,停电区域共 20 万 km^2 ,影响居民 3000 多万人。各方面经济损失达 1 亿美元。

2003 年美国东部时间 8 月 14 日 16 时 11 分(北京时间 8 月 15 日 4 时 11 分)开始,美国东北部和加拿大联合电网发生大面积停电事故,事故造成 21 座电厂(含 9 座

核电站)停止运行。随后美国和加拿大的 100 多座电厂(含 22 座核电站)跳闸。负荷损失总计 6180 万 kW,停电范围为 9300 多平方英里,涉及美国的 8 个州和加拿大的安大略、魁北克省,受影响的居民约 5000 万人。到 8 月 15 日晚 9 时 30 分,纽约城在停电 29h 后全面恢复供电。这次停电造成投保损失超过 2500 万美元,直接损失 40 亿~60 亿美元。

美、加停电事件是一起由电网局部故障,扩大到电网稳定破坏、电压崩溃,最后造成电网瓦解,引起大面积停电的严重恶性事故,波及面广,影响之大,是北美历史,也是世界上从未有过的。

1.1.2 2005 年俄罗斯莫斯科时间 5 月 25 日上午 11 时(北京时间 15 时)到下午 14 时,莫斯科市恰吉诺变电站发生系列爆炸和火灾,大部分地区及附近 25 个城市发生大面积断电事故。停电造成莫斯科公共交通瘫痪,一些地区开始停水,移动通信和网络服务中断。俄总统普京推迟了参加肖洛霍夫百年诞辰纪念的活动,并命令俄罗斯国防部调派战备电源保障民用电力需求。

由于电能具有发、供、用同时完成的特点,因此,用电单位工作的失误,将会扩大为系统事故。1987 年 11 月 27 日,某厂电工应基建单位要求,给新落成的高层建筑顶楼电梯间拉临时低电压电源试电梯,由于临时线从 110kV 高压线下穿过,8 级大风将临时线吹到高压线上,造成弧光短路。电弧又使同杆架设的另一条 110kV 线路跳闸,造成变电所全所失压。同时,使相邻的发电厂 2 号机因故障失步解列,造成大面积停电。

1.2 触电造成的人身伤害

1.2.1 据资料显示,美国在 20 世纪 80 年代触电死亡人数是 1500 人;1977 年因触电而急诊住院者超过 2400 人;日本在 20 世纪 60 年代每年触电人数高达 1154 人;我国在 20 世纪 70 年代每年触电死亡人数平均高达 6000 人(农村 15 人/天、城市 2 人/天)。但是随着安全用电知识和现场触电急救技术的普及以及新农村、新电力、新服务的建设,有触电引发的人身伤害必定会呈现下降趋势。

1.2.2 2006 年 6 月 30 日 12 时左右,某直辖市供电局在新施放线路的 B 相新导线与 1 号杆上 A 相绝缘导线(带电)在施放过程中发生摩擦,使带电导线绝缘破坏,新施放的 B 相导线和带电芯线接触带电,导致施工人员触电。发生了农网低压线路重大人身伤亡事故,造成 5 人死亡(均为临时工),10 人受伤(2 名供电局职工,8 名临时工)。

1.3 触电急救培训

进入 21 世纪后,随着家用电器大量普及,生活用电日益增加,发生触电事故的机会逐渐增多。因此普及触电急救知识、加强急救培训,保障职工的生命安全显得更加重要。

1.3.1 现场急救通称为现场心肺复苏(CPR)与心血管急救(ECC)。据史料记载,到目前有组织的现场急救历史已有 157 年。1854 年 10 月英法为援助土耳其正式对俄宣战,南丁格尔自费率领 40 名护士奔赴前线战地救护,

包扎止血、固定骨折、转运伤员，由于现场的及时抢救和后方医院及时治疗，使伤兵死亡率由原来的 50%，下降为 2%，南丁格尔的行动，赢得了英军士兵的尊敬与信任。此后这种战地使用夹板和绷带处理战伤的抢救方法被制定成急救课程在英军和社会中推广，也是最早的急救概念。

1903 年考虑到产业工人工作环境危险，事故和死亡发生频繁，美国 ARC 的会长 Clara Barton 组织了一个委员会在全国的工人中进行急救知识教育和培训，2000 年 AHA 与国际复苏联合会（ILCOR）合作制定了第一部有据可依的急救指南；许多组织也都制定了急救培训项目。

1.3.2 我国电力系统的现场触电急救技术普及工作，开始于 1959 年的原水电部、卫生部和劳动部首次以《关于加强安全用电工作、防止人身触电伤亡的联合通知》出现，此后历经能源部、电力部和国家电力公司等机构改革，电力生产安全知识和现场触电急救技术的普及工作始终得到了各级领导的重视，有效地保障了电力生产和员工的生命安全。

1995 年 9 月某电厂张 × × 因工作不慎被电击伤，当时呼吸心跳骤停，受过该厂职工医院培训的在场工人立即对其进行现场心肺复苏，同时电话通知医院急诊科抢救。经过抢救张 × × 恢复心跳呼吸，经康复治疗一个月后正常上班。

人 身 触 电

人体触及带电体并形成电流通路，造成人体伤害，称为触电。触电及人身防护是安全工作的重要部分。电作用于人体的机理是一个复杂的过程，影响因素很多，对于同样的情况，不同的人产生的生理效应也不相同，即使同一个人，在不同的环境、不同的生理状态下，生理效应也不相同。通过大量的研究表明，电对人体的伤害，主要来自电流。

电流通过人体时，电流的热效应会引起肌体烧伤、炭化或对某些器官上产生损伤；肌体内的体液或其他组织会发生分解作用，从而使各种组织的结构遭到严重破坏；肌体的神经组织或其他组织因受到刺激而兴奋，内分泌失调，使人体内部的生物不同程度的刺麻、酸痛、打击感，并伴随不自主的肌肉收缩、心慌、惊恐等症状，严重时会出现昏迷、心律不齐及呼吸停止甚至死亡。

2.1 直流电与交流电

电荷是物质的固有属性。通常物体中的正、负电荷数量是相等的，一旦物体失去或得到一些电子时，就会表现出负电或正电。电荷有规则的运动就产生电流。

平常所说的“电流是多少”，实则是指“电流强度是多少”。电流强度表示电流的大小，它的单位是“安培”，

简称“安”，用符号“A”表示。

如果在一个电路中，电荷沿着一个不变的方向流动，这就是“直流电”。在日常生活中，由“电池”提供的电流，就是直流电。电池有极性，分正极与负极。

直流输电以其输电容量大、稳定性好、控制调节灵活等优点受到电力部门的欢迎，在中国将有进一步应用的前景。在直流输电发展过程中，应当重视轻型直流输电的研究与应用。现代高电压直流输电技术的发展，为电能高效传输开辟了广阔的前景。

当电路中的电流随着方向和强度的变化作周期性变化时，称其为“交流电”。现代发电厂生产的电能都是交流电，家庭用电和工业动力用电也都是交流电。

2.2 电流对人体伤害

电流对人体的伤害可分为电伤和电击伤两种类型。

2.2.1 电伤

电伤是指由于电流的热效应、化学效应和机械效应引起人体外表的局部损伤，如电灼伤、电烙伤、皮肤金属化等。

(1) 电灼伤。电灼伤一般分接触灼伤和电弧灼伤两种。接触灼伤发生在高压触电事故时，当电流通过身体时的人口和出口处以及体内的通道都会引起热灼伤。通过的人体皮肤可能因为与皮肤接触的衣物燃烧导致或是电流通过部分身体时，引起进口处比出口处灼伤严重，接触灼伤的面积较小，但深度大多为三度灼伤，皮肤呈现黄色或黑色，并可累及皮下组织、肌腱、肌肉及血管，甚至使骨骼

呈现炭化状态，需要治疗的时间较长。

当发生带负荷误拉、合隔离开关及带地线合隔离开关时，低压设备在工作时会出现对地部分的短路，所产生强烈的电弧都可能引起电弧灼伤，使皮肤发红、起泡，组织烧焦、坏死。

(2) 电烙印。电烙印也叫电烙印，是人体与带电体之间的接触部位。在人体不被电击的情况下，在皮肤表面留下与带电接触体形状相似的肿块痕迹，边缘明显，呈灰黄色，有时在触电后，电烙印并不立即出现，而在相隔一段时间后才出现。电烙印一般不发臭或化脓，但会造成局部皮肤的麻木。

(3) 皮肤金属化。皮肤金属化是由于高温电弧使周围金属熔化、蒸发并飞溅渗透到皮肤表面形成的伤害。金属化后的皮肤表面粗糙、坚硬，并经过一段时间后能自行脱离，对身体不会造成不良后果。

2.2.2 电击

电击是指电流通过人体时造成心肺等器官的损伤而出现的生理或病理性变化，电损伤引起的严重程度差异很大，从低强度的电流引起的令人难受的刺痛感到热灼伤、心肺骤停甚至导致死亡。心肺骤停是触电引起猝死的主要原因。

电击使人致死的原因有三个方面：一是通过心脏的电流过大、持续时间过长；引起“心颤”而致死，此种情况所占比例最大；二是电流损伤大脑的呼吸中枢或引起呼吸肌的强直性收缩和麻痹所引起呼吸骤停，使人窒息而死亡；三是因暴露于低压或高压电流作用使心脏引起心律失

常，包括室颤、室性停搏，进一步发展为室颤的室性心动过速而死亡。

电击是触电事故中后果最严重的一种，绝大部分触电死亡事故都是电击造成。电击伤害的影响因素主要有如下几个方面：

(1) 电流强度及电流持续时间。当大小不同的电流通过人体时，会有各种不同的感觉，电流愈大，人体生理反应愈明显，感觉也愈强烈。按电流通过人体的生理机能反应和对人体的伤害程度，可将电流分成以下等级：

1) 感知电流。使人体能够感觉，但不遭受伤害。感知电流的最小值为感知阈值。感知电流通过时，人体有麻酥、灼热感。人对交、直电流的感知阈值分别约为 0.5、2mA。

2) 摆脱电流。人体触电后能够自主摆脱的电流。感知电流的最大值是摆脱阈值。摆脱电流通过时，人体除麻酥、灼热感，主要是疼痛、心律障碍感。

3) 致命电流。人体触电后能够危及生命的电流。主要致死原因是发生“心颤”，故将致命电流的最小值称为致颤阈值。

电流对人体的伤害与通过人体电流的持续时间有着密切的关系。电流持续时间越长，其致颤阈值越小，对人体的危害越严重。因为时间越长，体内积累的外能量越多，人体电阻因出汗及电流对人体组织的电解作用而变小，使伤害程度增加；另一方面，人的心跳周期，中间约有 0.1s 的间隙，心脏对电流最敏感，若电流在瞬间通过心脏，即使电流很小（几十毫安），也会引起心室颤动。显然，电

流持续时间越长，重复危险期的几率越大，危险性也越大。一般认为，电流 $15 \sim 20\text{mA}$ 以下及直流 50mA 以下，对人体是安全的，但如果持续时间久，即使电流小到 $0.8 \sim 10\text{mA}$ ，也可能使人致命。

(2) 人体电阻。人体触电时，通过人体电流在接触一定电压时由人体的电阻决定，人体电阻愈小，流过的电流愈大，人体所遭受的伤害也愈大。

人体的不同部分（如皮肤、血液、肌肉及关节等）对电流呈现出一定的阻抗，即人体电阻。其大小不是固定不变的，它决定于许多因素，如接触电压、电流途径、持续时间、接触面积、温度、压力、皮肤厚薄及完好程度、潮湿、脏污程度等。总的来讲，人体电阻由体内电阻和表皮电阻组成。

体内电阻是指电流通过人体时，体内器官呈现的电阻数值主要决定于电流的通路。当电流通过人体不同部位时，体内电阻是现的数值也不同。电阻最大的通路是从一只手到另一只手，或从一只手到另一只脚或双脚，这两种电阻基本相同；电流通过人体其他部分时，呈现的体内电阻都小于这两种电阻。一般认为人体的电阻为 500Ω 左右。

表皮电阻是指电流通过人体时，两个不同触电部位皮肤上的电极和皮下导电细胞之间的电阻之和。表皮电阻随外界条件不同而在较大范围内变化。电流、电压、电流频率及持续时间、接触压力、接触面积、温度增加时，表皮电阻会下降，当皮肤受伤甚至破裂时，表皮电阻会随之下降，甚至降为零。可见，人体电阻是一个变化范围较大且

决定于许多因素的变量，只有在特定条件下才测定。不同条件下的人体电阻见表 2-1，一般情况下，人体电阻可按 $1000 \sim 2000\Omega$ 考虑，在安全程度要求较高的场合，人体电阻可按不受外界因素影响的体内电阻 (500Ω) 来考虑。

表 2-1 不同条件下的人体电阻

加于人体 电压 (V)	人体电阻 (Ω)			
	皮肤干燥	皮肤潮湿	皮肤湿润	皮肤浸入水中
10	7000	3500	1200	600
25	5000	2500	1000	500
50	4000	2000	875	440
100	3000	1500	770	375
250	2000	1000	650	325

- 注 1. 表内值的前提：基本通路，接触面积较大。
 2. 皮肤潮湿相当于有水或汗痕。
 3. 皮肤湿润相当于有水蒸气或特别潮湿的场合。
 4. 皮肤浸入水中相当于游泳池或浴池中，基本上是体内电阻。
 5. 此表数值为大多数人的平均值。

(3) 作用于人体的电压。作用于人体的电压对流过人体的电流大小有直接的影响，当人体电阻一定时，作用于人体电压越高，则流过人体的电流越大，其危险性也越大。实际上，通过人体电流的大小，也并不与作用于人体的电压成正比，由表 2-1 可知，随着作用于人体电压的升高，人体电阻下降，导致流过人体的电流迅速增加，对人体的伤害也就更加严重。

(4) 电流路径。电流通过人体的路径不同，使人体

出现的生理反应及对人体的伤害程度也不同。

电流通过人体头部会使人立即昏迷，严重时，使人死亡；电流通过脊髓，使人肢体瘫痪；电流通过呼吸系统，会使人窒息死亡；电流通过中枢神经，会引起中枢神经系统的严重损害而导致死亡；电流通过心脏会引起心室“纤维性颤动”，心脏停跳造成死亡。研究表明，电流通过人体的各种路径中，哪种电流路径通过心脏的电流分量大，其触电伤害程度就大。电流路径与流经心脏的电流比例关系见表2-2。左手至脚的电流路径中，心脏直接处于电流通路内，因而是最危险的；右手至脚的电流路径的危险性相对较小。电流从左脚至右脚这一电流路径，危险性小，但人体可能因痉挛而摔倒，导致电流通过全身或发生二次事故而产生严重后果。

表2-2 电流路径与通过人体心脏电流的比例关系

电流路径	左手至脚	右手至脚	左手至右手	左脚至右脚
流经心脏的电流 与通过人体总电流 的比例 (%)	6.4	3.7	3.3	0.4

(5) 电流种类及频率的影响。电流种类不同，对人体的伤害程度也不同。当电压在250~300V以内时，触及频率为50Hz的交流电，比触及相同电压的直流电的危险性大3~4倍。不同频率的交流电流对人体的影响也不相同。通常，50~60Hz的交流电对人体危险性最大，低于或高于此频率的电流对人体的伤害程度要显著减轻，但高