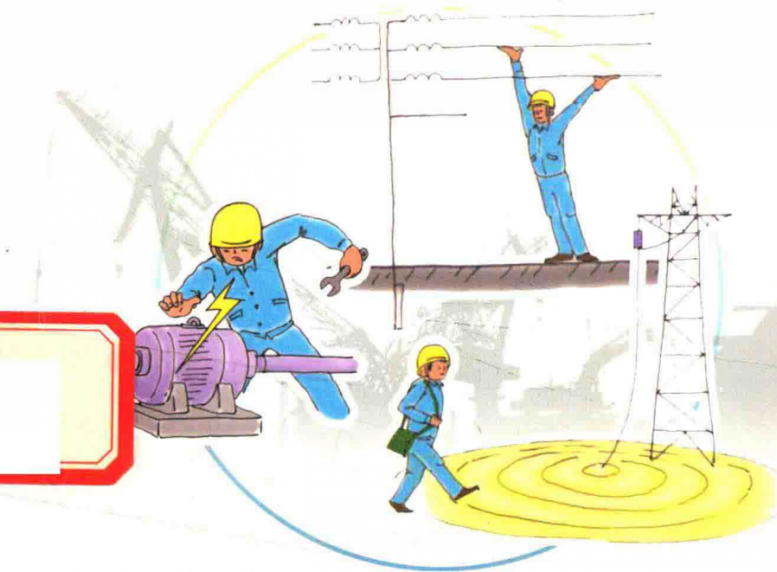


电力人身事故防控及案例警示教材

触 电

白泽光◎编著

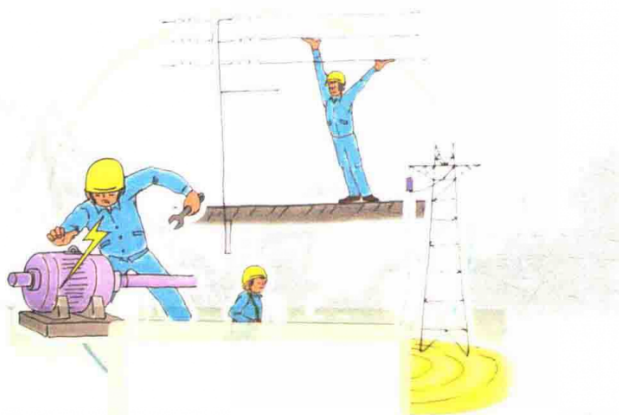


中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

电力人身事故防控及案例警示教材

触 电

白泽光◎编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

《电力人身事故防控及案例警示教材》为系列教材，本系列教材包括：高处坠落；起重伤害；触电；火灾爆炸和中毒窒息；物体打击和机械伤害；灼烫伤、坍塌、淹溺；厂内车辆伤害。

《触电》是针对电气作业和临时用电时，防止作业人员触电、保证人身安全而编写的，重点介绍了应知应会、触电事故防控、触电事故应急处置，并从电力行业多年来事故案例中筛选出具有代表性的典型案例，以作为警示。本教材是以培训电力行业一线员工的安全素质为目的，采用图文并茂形式，如临现场、生动活泼、实用性强、通俗易懂，贴近一线作业现场。

本教材可作为电力行业一线工作人员、安全生产管理人员、安全监督人员的培训教材，也可作为大专院校安全专业课程的参考资料。

图书在版编目（CIP）数据

电力人身事故防控及案例警示教材. 触电 / 白泽光编著. —北京：中国电力出版社，2016.5

ISBN 978-7-5123-9281-6

I. ①触… II. ①白… III. ①火电厂—电灼伤—伤亡事故—预防—教材 IV. ①TM08

中国版本图书馆CIP数据核字（2016）第 092030 号

中国电力出版社出版、发行

（北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>）

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2016 年 5 月第一版 2016 年 5 月北京第一次印刷

787 毫米 × 1092 毫米 32 开本 3.5 印张 58 千字

印数 0001—3000 册 定价 22.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪
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



安全是企业生存的永恒主题，安全管理重点是人身安全，防控人身安全的抓手在生产现场，只有辨识并控制住生产现场的危险因素，才能保证作业全过程中的人身安全。随着人们对人身安全的高度重视，“以人为本、生命至上、本质安全”的理念已深入人心，成为社会共识。

做好人身安全工作最重要的是加强安全素质建设，提高员工的安全意识和素质。安全素质建设是安全生产的根之所系、脉之所维。

《电力人身事故防控及案例警示教材》就是基于这种情况精心编写的，本教材是针对电力行业生产现场作业中的人身安全，总结电力行业积累的现场实际经验，以培训员工安全素质为目的，以生产现场一线为抓手，以防控人身安全为重点，以控制和消除现场的不安全因素为手段，以事故案例为警示，按照事故类别的特点编写成使员工喜闻乐见、通俗易懂、深入浅出和图文并茂的安全培训教材。相信本系列教材定会提高读者的安全素质，使读者掌握人

身安全的防控方法及事故后的现场应急处置方案。

本系列教材包括：高处坠落；起重伤害；触电；火灾爆炸和中毒窒息；物体打击和机械伤害；灼烫伤、坍塌、淹溺；厂内车辆伤害。

《触电》是针对电气作业和临时用电时，防止作业人员触电、保证人身安全而编写的，内容包括应知应会、触电事故防控、触电事故应急处置、触电事故典型案例。

本教材为电力生产现场提供了内容丰富、系统全面、切合实际的培训资料和实用性手册，具有如临现场、生动活泼、实用性强、通俗易懂、贴近实战等特点，可作为电力行业一线员工、安全生产管理人员、安全监理人员必备的培训教材，也可作为相关院校安全专业课程的参考资料。

大唐国际发电有限公司对本教材的出版给予了大力支持，在此特别感谢张瑞兵、孙亚林、田新利、滕生平等专家。本教材漫画由黄克贤、王兴成、李斌等绘制。

由于编者水平有限，书中如有不妥之处，恳请读者提出宝贵意见和建议。

编者

2016年5月



前言

第一章 应知应会 / 1

第一节	概述	1
第二节	触电对人体的影响	7
第三节	触电事故类型	12
第四节	触电的主要原因	15
第五节	影响触电后果的因素	17
第六节	防止触电事故措施	20

第二章 触电事故防控 / 25

第一节	个人能力与防护	25
第二节	绝缘安全用具	28
第三节	手持电动工具	33
第四节	现场临时用电防控	36

第五节 触碰带电体防控	49
第六节 电气误操作防控	55

第三章 触电事故应急处置 / 59

第四章 触电事故典型案例 / 72

【案例1】违章带电接线 短路电弧灼伤	72
【案例2】验电笔使用不当 两相短路灼伤手	74
【案例3】违章使用保险器 短路电弧灼伤人	76
【案例4】毛刷铁皮未包绝缘 短路电弧灼伤自身	77
【案例5】严重违章验电 短路灼伤二人	79
【案例6】用钳子装保险 短路电弧伤人	81
【案例7】领导带头违章 试验人员受伤	82
【案例8】交叉作业盲合闸 电机短路险伤人	84
【案例9】安全距离未注意 手电误碰带电体	86
【案例10】无票作业做试验 高压电源伤两人	87
【案例11】运行设备上试表 表笔插错被烧伤	89
【案例12】变压器尚未停电 开始清扫把命丧	90
【案例13】领导违章作业 员工触电死亡	93



【案例14】触电救火不救人 一死一伤教训深	94
【案例15】无票强行带电试验 不听劝阻一死四伤	96
【案例16】部长交代不带电 无票作业人受伤	98
【案例17】锯割带电电缆 短路放炮伤人	100
【案例18】擅自扩大工作范围不可取 违章清扫带电设备 把命丧	102



第一章

应知应会

第一节 概述

触电是由于人体直接接触电源，受到一定量的电流通过人体致使组织损伤和功能障碍甚至死亡。触电时间越长，人体所受的电损伤越严重。如图 1-1 所示。自然界的雷击也是一种触电形式，其电压可高达几千万伏特，造成极强的电流电击，危害极大。



图1-1 触电

按照人体触及带电体的方式和电流流过人体的途径，触电事故方式可分为直接接触触电、间接触电、其他类型触电。

一、直接接触触电

直接接触触电是指电气设备在完全正常的运行条件下，人体的任何部位触及运行中的带电导体（包括中性导体）所造成的触电。这种类型的触电，触电者受到的电击电压为系统的工作电压，其危险性较大。包括单相触电、两相触电。

1. 单相触电

单相触电是指当人体站在地面上，触及电源的一根相线或漏电设备的外壳而触电。

（1）中性点接地系统中的单相触电。中性线接地的系统就是把中性线扩展到了“地”，所有与“地”相连的电位均可实现与三相线的单相回路，所以这时只要人一边连着“地”，另一边连着单相线产生的触电，称为中性点接地系统的单相触电。其特征就是经由“地”导通。

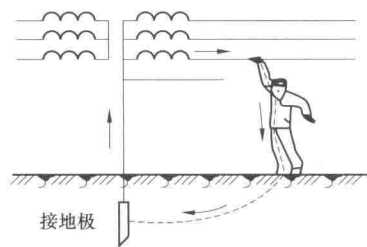


图1-2 中性点接地的单相触电

如图1-2所示，为电源变压器的中性点通过接地装置和大地作良好连接的供电系统，在这种系统中发生单相触电时，相当于电源的相电压加在人体

电阻与接地电阻的串联电路。由于接地电阻较人体电阻小很多，所以加在人体上的电压值接近于电源的相电压，在低压为 380/220 V 的供电系统中，人体将承受 220 V 电压，是很危险的。

(2) 中性点不接地系统中的单相触电。中性点不接地，同时也意味着整个系统要求绝缘，属于 I 系统，这时人只有在单相和中性线之间才会单相触电。

如图 1-3 所示，为电源变压器的中性点不接地的供电系统的单相触电，这种单相触电时，电流通过人体、大地和输电线间的分布电容构成回路。显然这时如果人体和大地绝缘良好，流经人体的电流就会很小，触电对人体的伤害就会大大减轻。

2. 两相触电

当人体的两处，如两手或手和脚，同时触及电源的两根相线发生触电的现象，称为两相触电。在两相触电时，虽然人体与地有良好的绝缘，但因人同时和两根相线接触，

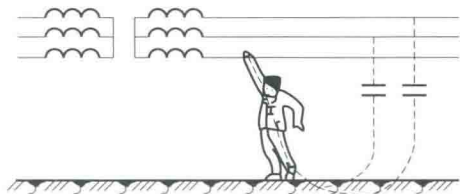


图1-3 中性点不接地的单相触电

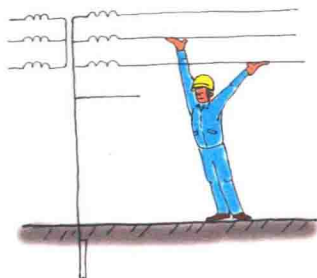


图1-4 两相触电

人体处于电源线电压下，在电压为 380/220 V 的供电系统中，人体受 380 V 电压的作用，并且电流大部分通过心脏，因此是最危险的，如图 1-4 所示。

二、间接触电

间接触电是指由于绝缘损坏导致设备碰壳带电，是电气设备故障条件下形成的，如果人体接触到这些设备就会导致触电。包括接触电压触电、跨步电压触电。

1. 接触电压触电

人站在发生接地短路的设备旁边，人体触及接地装置的引出线或触及与引出线连接的电气设备外壳时，则作用于人的手与脚之间的电压，称为接触电压。如图 1-5 所示。

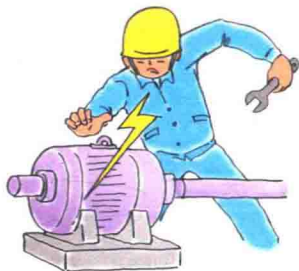


图1-5 接触电压触电

2. 跨步电压触电

当电力系统和设备的接地装置中有电流时，此电流经埋设在土壤中的接地体向周围土壤中流散，使接地体附近的地表任意两点之间都可能出现电压。如果以大地为零电

位，即接地体以外 15 ~ 20 m 处可以认为是零电位，则接地体附近地面各点的电位分布如图 1-6 所示。

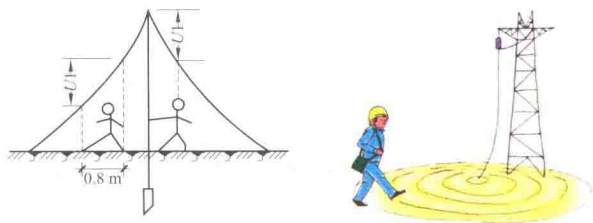


图1-6 跨步电压触电

当人在接地装置附近行走时，由于两足所在地面的电位不相同，其两脚之间的电位差，即人体所承受的电压称为跨步电压。由跨步电压引起的人体触电，称为跨步电压触电。

跨步电压的大小受接地电流大小、鞋和地面性质、两脚之间的跨距、两脚的方位以及离接地点的远近等很多因素的影响。人的跨距一般按 0.8 m 考虑。由于跨步电压受很多因素的影响以及由于地面电位分布的复杂性，几个人在同一地带遭到跨步电压电击完全可能出现截然不同的后果。下列情况和部位可能发生跨步电压电击。

(1) 带电导体，特别是高压导体故障接地处，流散电流在地面各点产生的电位差造成跨步电压电击；

(2) 接地装置流过故障电流时，流散电流在附近地面各点产生的电位差生成跨步电压电击；

(3) 正常时有较大工作电流流过的接地装置附近，流散电流在地面各点产生的电位差造成跨步电压电击；

(4) 防雷装置接受雷击时，极大的流散电流在其接地装置附近地面各点产生的电位差造成跨步电压电击；

(5) 高大设施或高大树木遭受雷击时，极大的流散电流在附近地面各点产生的电位差造成跨步电压电击。

三、其他类型触电

1. 感应电压电击

由于带电体的电磁感应和静电感应作用，会在靠近带电体停电设备或金属导体感应出一定的电压，它的大小决定带电体的电压强度和靠近带电体的平行距离。感应电压触电在实践中常有发生，甚至可能造成死亡。

例如，在强、弱电系统互相靠近的线路上，由于形成感应电压，可能引起弱电系统设备烧毁；在靠近高压的未做接地的金属体，如：金属门窗、金属导线等，由于在强电场的作用下，也会产生感应电压。

2. 雷电电击

雷电是一种常见的大气放电现象。雷雨天，高耸物体（如旗杆、高树、塔尖、烟囱等）是闪电通道，所带感应电荷比地面大，人在下面就有可能被击伤。如图 1-7 所

示。接触因雷击产生的感应电荷引起的电伤害，称为雷电电击。

3. 残余电荷电击

由于电气设备的电容效应，使之在刚断开电源后，尚保留一定的电荷。当人体接触电气设备时，残余电荷会通过人体而放电，形成电击。

4. 静电电击

静电电荷大量积累会形成高电位，一旦放电也会对人体造成危害。



图1-7 雷电触电

第二节 触电对人体的影响

一、安全电压与安全电流

(1) 安全电压。安全电压，是指不致使人直接致死或致残的电压。安全电压决定于人体允许的安全电流和人体电阻。

我国确定的安全电压标准是 42 V、36 V、24 V、12 V、6 V，

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。通常，特别危险环境中使用的手持电动工具应采用 42 V 安全电压；有电击危险环境中使用的手持式照明灯应采用 36 V 或 24 V 安全电压；金属容器内、特别潮湿处等特别危险环境中使用的手持式照明灯应采用 12 V 安全电压；在水下作业等场所工作应使用 6 V 安全电压。

(2) 安全电流。由实验得知，在摆脱电流范围内，人若被电击后一般多能自主地摆脱带电体，从而解除触电危险。因此，通常便把摆脱电流看作是人体允许电流。通常成年男性允许电流约为 16 mA，成年女性的允许电流约为 10 mA。因此，我国规定：交流安全电流为 10 mA，直流安全电流为 50 mA。

如果通过人体的交流电流超过 20 mA 或直流电流超过 80 mA，就会使人感觉麻痛或剧痛，呼吸困难，自己不能摆脱电源，会有生命危险。随着电流的增大，危险性也增大，当有 100 mA 以上的工频电流通过人体时，人在很短的时间里就会窒息，心脏停止跳动，失去知觉，危及生命安全。

(3) 人体电阻。人体的电阻不是一个定值，人体电阻由两部分组成：皮肤电阻和体内电阻，一般体内电阻是恒定不变的，其值在 500 Ω 左右；而皮肤电阻大小取决于皮肤

表面的干燥还是湿润，还与接触电压有关，接触电压越高，皮肤的电阻越小。

二、电流对人体的影响

通过人体的电流越大，人体的生理反应越明显、感觉越强烈、破坏心脏正常工作所需的时间越短，致命的危险性越大。按照通过人体电流大小的不同，以及人体呈现状态的不同，可将电流分为感知电流、摆脱电流和致命电流。

1. 感知电流

引起人的感觉的最小电流。成年男性约 1.1 mA ；成年女性约 0.7 mA 。

2. 摆脱电流

人触电后能自主摆脱电源的最大电流。成年男性：平

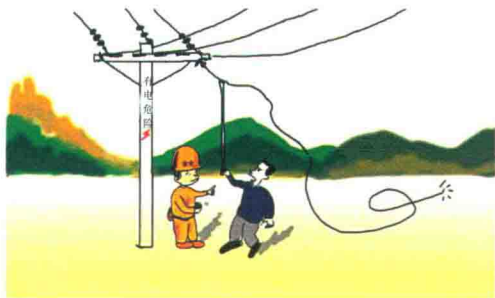


图1-8 摆脱电流