



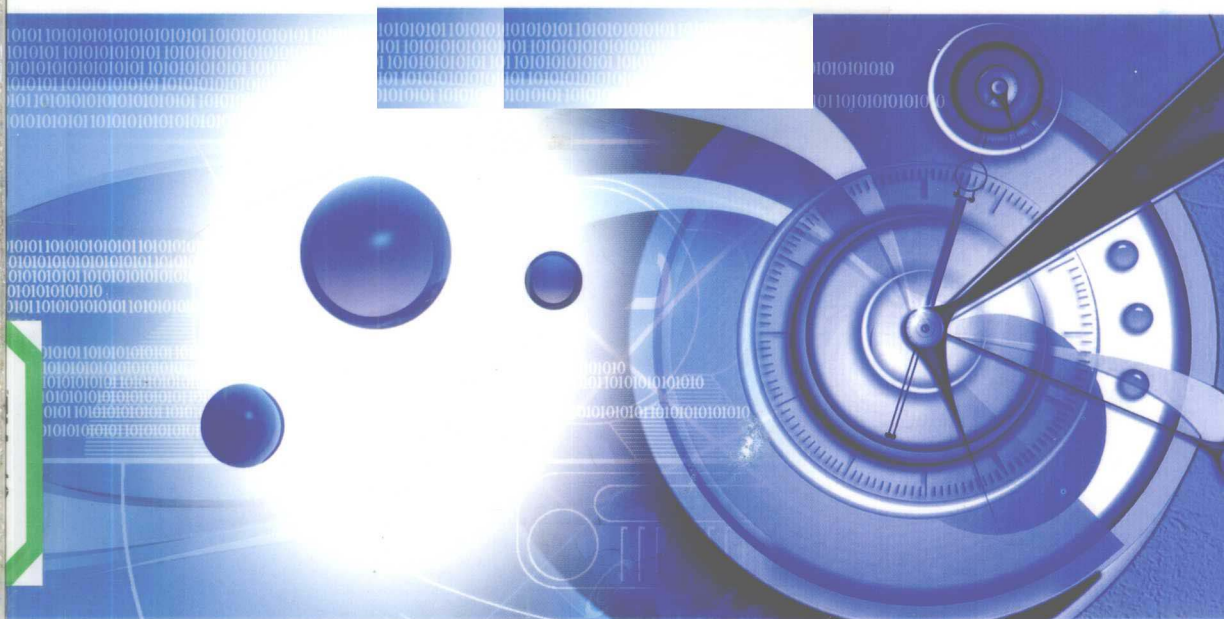
21世纪

高等职业教育精品课示范性规划教材

电工技术实训

diangong jishu shixun

◆ 主编 莫桂江 覃勇崎



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

21 世纪高等职业教育精品课示范性规划教材

电工技术实训

主 编 莫桂江 覃勇崎

副主编 覃 孜 杨志友 欧 斌 等



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本教材共十章,包括:电气安全教育与技术、电工基本技能、室内布线、工厂变配电室值班技能训练、10kV 以下配电线路作业、三相异步电动机、变压器、直流电机与特种电机、可编程控制器、电力电子技术等内容。基本反映了一般企业和供电部门对人才职业技能的要求,特别是中、高级电工人才的需求。

本书可以作为高职高专电子、电气、自动化控制、机电类专业学生电工技术实训教材,也可以作为电工技能等级证培训、电工安全上岗培训教材,同时可供自学人员和技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实训/莫桂江,覃勇崎主编. —北京:北京理工大学出版社, 2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5640 - 2710 - 0

I. 电… II. ①莫…②覃… III. 电工技术-高等学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 150680 号

出版发行 / 北京理工大学出版社

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010)68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市南阳印刷有限公司

开 本 / 710 毫米×1000 毫米 1/16

印 张 / 14.75

字 数 / 280 千字

版 次 / 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 / 1~4000 册

定 价 / 26.00 元

责任校对 / 陈玉梅

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题,本社负责调换

出版说明

21 世纪是科技全面创新和社会高速发展的时代,面临这个难得的机遇和挑战,本着“科教兴国”的基本战略,我国已着力对高等学校进行了教学改革。为顺应国家对于培养应用型人才的要求,满足社会对高校毕业生的技能需要,北京理工大学出版社特邀一批知名专家、学者进行了本系列规划教材的编写,以期能为广大读者提供良好的学习平台。

本系列规划教材面向机电类相关专业。作者在编写之际,广泛考察了各校应用型学生的学习实际,本着“实用、适用、先进”的编写原则和“通俗、精炼、可操作”的编写风格,以学生就业所需的专业知识和操作技能为着眼点,力求提高学生的实际运用能力,使学生更好地适应社会需求。

一、教材定位

- ✚ 以就业为导向,培养学生的实际运用能力,以达到学以致用目的。
- ✚ 以科学性、实用性、通用性为原则,以使教材符合机电类课程体系设置。
- ✚ 以提高学生综合素质为基础,充分考虑对学生个人能力的提高。
- ✚ 以内容为核心,注重形式的灵活性,以便学生易于接受。

二、编写原则

- ✚ 定位明确。本系列教材所列案例均贴合工作实际,以满足广大企业对于机电类专业应用型人才实际操作能力的需求,增强学生在就业过程中的竞争力。
- ✚ 注重培养学生职业能力。根据机电类专业实践性要求,在完成基础课的前提下,使学生掌握先进的机电类相关操作软件,培养学生的实际动手能力。

三、丛书特色

- ✚ 系统性强。丛书各教材之间联系密切,符合各个学校的课程体系设置,

为学生构建牢固的知识体系。

- ✚ 层次性强。各教材的编写严格按照由浅及深，循序渐进的原则，重点、难点突出，以提高学生的学习效率。
- ✚ 先进性强。吸收最新的研究成果和企业的实际案例，使学生对当前专业发展方向有明确的了解，并提高创新能力。
- ✚ 操作性强。教材重点培养学生的实际操作能力，以使理论来源于实践，并最大限度运用于实践。

北京理工大学出版社

前 言

本书作为高职高专电子、电气、自动化控制、机电类专业学生电工技术实训教材,也可以作为电工技能等级证培训、电工安全上岗培训教材,同时可供自学人员和技术人员参考。

本教材共 10 章,包括:电气安全教育与技术、电工基本技能、室内线路安装、变配电所值班技能、低压配电线路作业、三相异步电动机、变压器、直流电机与特种电机、可编程控制器 PLC、电力电子技术内容,覆盖了用电安全、电工基本技能、电动机的生产应用与控制、变压器的生产应用与检测、工厂变配电室值班人员技能、配电线路作业基本技能、新型电气控制技术等方面的职业技能训练,反映了一般企业和供电部门对人才职业技能的要求,特别是中、高级电工人才的需求。

教材的编写突破传统教材编写模式,教材中理论知识的介绍以简明、扼要为特点(本教材实训内容是以已学过相关课程为前提的),重点以国家颁发的电工考核大纲为准,参照各地区考工情况,根据高职高专的培养目标,真正体现与施工现场“零距离”相结合,以工促学,工学结合的教改要求。

课程内容(实训)的编写基本上按照要达到什么目的→要做什么→为什么→怎么做的思想设计,整个过程重点突出教师的过程指导、学生思考和动手实践,以提高学生的未来职业能力,最终实现增强学生在未来就业中的竞争力。

实训内容包括传统电工基本技能训练,同时还引入了电工技术的一些新技术、新工艺和新设备,如新型的 PLC 控制技术、新型电力电子技术等,使得传统的电工技术能够与现代先进的电子技术、控制技术相结合,更好地适应和满足不断发展的电工技术要求。

本书由莫桂江、覃勇崎担任主编,覃孜、杨志友、欧斌担任副主编。莫桂江分别编写了第 4、7、9 章,覃勇崎分别编写了第 1、5、10 章,覃孜编写了第 6 章,杨志友编写了第 2 章,欧斌、洪庆梅编写了第 3 章,蓝伟铭参加编写了第 8 章。

由于编者水平有限,疏漏不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 电气安全教育与技术	1
实训 1.1 电流对人体的危害及常见触电方式	1
实训 1.2 触电现场急救	5
实训 1.3 电气安全要求与措施	8
实训 1.4 电气安全用具与标识	11
实训 1.5 接地与接零	15
实训 1.6 电气防火	19
第2章 电工基本技能	22
实训 2.1 通用电工工具的使用	22
实训 2.2 专用电工工具的使用	26
实训 2.3 兆欧表、电桥综合应用	30
实训 2.4 万用表、钳形电流表、电度表、功率因数表的综合应用	36
实训 2.5 接地电阻测量仪的使用	43
实训 2.6 仪用互感器的安装	47
实训 2.7 低压电器	51
实训 2.8 导线的选择与连接	58
第3章 室内线路安装	67
实训 3.1 塑料护套线配线	67
实训 3.2 塑料槽板配线	70
实训 3.3 白炽灯照明装置的安装	72
实训 3.4 荧光灯照明装置的安装	76
第4章 变配电所值班技能	84
实训 4.1 线路停送电操作	84
实训 4.2 10kV 变压器停电倒闸操作	88
第5章 变压器	91
实训 5.1 变压器基本知识(认知实训)	91

实训 5.2	变压器铁芯	94
实训 5.3	变压器绕组	96
实训 5.4	小型单相变压器的设计	98
实训 5.5	小型单相变压器的制作	101
实训 5.6	小型单相变压器的测试	109
实训 5.7	三相变压器的基本知识	111
第 6 章	三相异步电动机	116
实训 6.1	三相异步电动机结构的认识	116
实训 6.2	三相异步电动机的拆卸	120
实训 6.3	三相异步电动机的装配	123
实训 6.4	三相异步电动机的检测	125
实训 6.5	三相异步电动机定子绕组首尾端的判别	127
实训 6.6	三相异步电动机直接启动控制线路的安装	130
实训 6.7	三相异步电动机正反转控制线路的安装	134
实训 6.8	三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制线路的安装	136
实训 6.9	三相双速异步电动机控制线路的安装	138
实训 6.10	三相异步电动机能耗制动控制线路的安装	141
第 7 章	低压配电线路作业	145
实训 7.1	低压配电板安装	145
实训 7.2	低压电缆头制作安装	149
实训 7.3	电缆敷设安装	153
第 8 章	直流电机与特种电机	160
实训 8.1	直流发电机的认识(构造、绕组鉴别)	160
实训 8.2	直流电动机的启动(电枢回路串电阻启动、电枢回路降压启动)	165
实训 8.3	直流电动机的调速与制动	170
实训 8.4	并励直流电动机的制动	174
实训 8.5	单相异步电动机的电容启动	175
第 9 章	可编程控制器(PLC)	181
实训 9.1	可编程序控制器的认识	181

实训 9.2 十字路口交通灯控制设计	190
实训 9.3 电动机的正反转控制	194
实训 9.4 三层电梯自动控制实验	197
第 10 章 电力电子技术	203
实训 10.1 IGBT 的应用	203
实训 10.2 GTR 的应用	204
实训 10.3 单相交流调压电路	206
实训 10.4 降压斩波电路	208
实训 10.5 升压电路	210
实训 10.6 软开关电路应用	212
实训 10.7 开关稳压电源	214
附表 A 常用电气图形符号(GB 4728 • 1—85)	217
附表 B 电气设备基本文字符号(GB 7159—87)	222
附表 C 电气设备常用辅助文字符号(GB 7159—87)	224
附表 D 电源线路和三相电气设备的标记代号	225
附表 E 按钮的颜色、含义及应用	225
参考文献	226

第1章 电气安全教育与技术

实训 1.1 电流对人体的危害及常见触电方式

【实训目的】

- (1) 了解电流对人体的危害。
- (2) 了解常见触电形式。

【实训任务】

主要任务是认识电流伤害人体的形式。

【实训设备和工具】

绝缘电阻表,万用表、电流表,导线等

【实训原理】

1. 电流对人体的危害

当人体接触到带电体时,若过大的电能作用于人体,就会对人体器官组织造成损伤,甚至死亡,称为触电。它有两种类型,即电击和电伤。

电击:电流通过人体内部,对人体内脏及神经系统造成破坏,甚至死亡。

它可使肌肉抽搐、内部组织损伤,造成针刺感、发热、发麻、神经麻痹等,严重时 will 引起昏迷、窒息、甚至心脏停止跳动、血液循环中止而死亡。

电伤:电流通过人体外部表皮造成局部伤害。

常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等。

灼伤、烙伤由电流的热效应引起,皮肤金属化则是指由电流热效应和化学效应导致熔化的金属微粒渗入皮肤表层,使受伤部位皮肤带金属颜色且留下硬块。

在触电事故中,电击和电伤常常会同时发生。触电中死亡绝大部分由电击造成。

2. 影响触电伤害程度的因素

- (1) 通过人体电流的大小。触电时,流过人体的电流强度是造成损伤的直接

因素。

人体感知电流:通过人体引起人有任何感觉的最小电流(有效值)。电源频率为 50Hz 时:男性为 1.1mA,女性为 0.7mA。

人体允许(摆脱)电流:指发生触电后触电者能自行摆脱电源,解除触电危害的最大电流。电源频率为 50Hz 时,男性为 9mA,女性为 6mA。

致命电流:(室颤电流是通过人体引起心室发生纤维性颤动的最小电流。人体一旦发生心室颤动,数分钟内即可导致死亡)电源频率为 50Hz 时,平均为 50mA。

(2) 电流流经的途径。电流通过人体的任一部位,都可能致人死亡。人体在电流的作用下,没有绝对安全的途径。流过心脏的电流越多、电流路线越短的途径是电击危险性越大的途径。局部肢体电流途径的危险性较小(从左手到前胸是最危险的电流路径,这时心脏、肺部、脊髓等重要器官都处于电路内,很容易引起心室颤动和中枢神经失调而死亡;从右手到脚的途径危险性小些,但会因痉挛而摔伤;从右手到左手的危险性又小些;危险性最小的电流途径是从一只脚到另一只脚,但触电者可能因痉挛而摔倒,导致电流通过全身或二次事故)。

(3) 触电的持续时间。电击持续时间越长,则电击危险性越大。

(4) 电流的种类。不同种类电流对人体伤害的构成不同,危险程度也不同,但各种电流对人体都有致命危险。

(5) 人体的状况。人的性别、健康状况、精神状态等与触电伤害程度有着密切关系。

(6) 人体电阻的大小。人体电阻越大,受电流伤害越轻。

3. 安全电压

(1) 人体电阻包括皮肤电阻、皮肤电容和体内电阻。在干燥、洁净的状态下,皮肤表面厚 0.05~0.2mm 的角质层电阻高达 10~100k Ω ,因其容易受到破坏,计算人体电阻时一般不予考虑。皮肤电容很小,工频条件下可忽略不计。故而人体电阻近似等于体内电阻,通常在 1~2k Ω 范围内。人体电阻为非线性电阻,其阻值随接触电压的升高而显著降低。人体电阻只对低压触电有限流作用,而对高压触电,人体电阻的大小就不起什么作用。

(2) 安全电压是指为了防止触电事故而由特定电源供电时所采用的电压系列。我国标准规定工频安全电压有效值的限值为 50V、直流电压的限值为 120V。工频电压 50V 的限值的根据人体允许电流 30mA 和人体电阻 1.7k Ω 的条件确定的。我国标准规定工频有效值的额定值有 42V、36V、24V、12V、6V。

特别危险环境中使用的手持电动工具应采用 42V 安全电压;有电击危险环境中使用的手持照明灯的局部照明灯应采用 36V 或者 24V 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照明灯应采用 12V 安全电压;水下作业

等场所应采用 6V 安全电压。

4. 触电的形式

根据人体接触带电体的方式和电流流过人体的途径,电击可分为单相触电、两相触电和跨步电压触电。

(1) 单相触电。这是常见的触电形式。人体和一部分接触带电体的同时,另一部分又与大地或零线(中性线)相接,电流从带电体流经人体到大地(或零线)形成回路,这种触电叫单相触电。分为两种情况:包括中性点接地系统和中性点不接地系统,如图 1-1、图 1-2 所示。

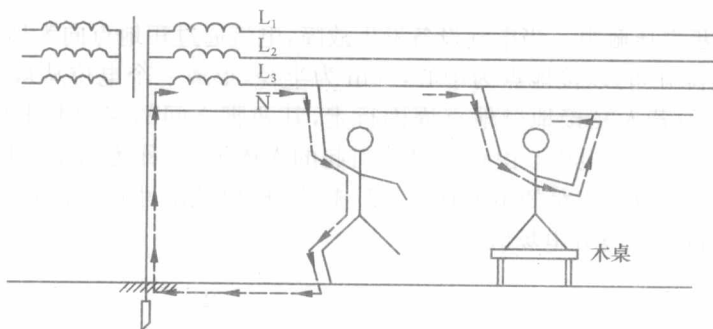


图 1-1 变压器中性点接地系统的单相触电

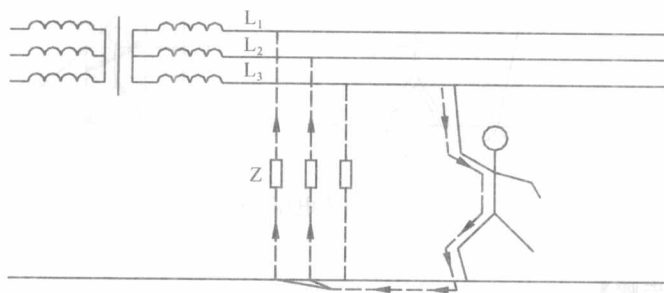


图 1-2 变压器中性点不接地系统的单相触电

电网络区域面积相近时,中性点接地系统网络单相触电危险性较中性点不接地系统网络大。在中性点接地系统网络中,单相触电事故在地面潮湿时易于发生。

(2) 两相触电。人体的不同部位同时接触两相电源带电体而引起的触电叫两相触电。对于这种情况,无论电网中性点是否接地,人体所承受的电压将比单相触电时高,危险性更大,如图 1-3 所示。

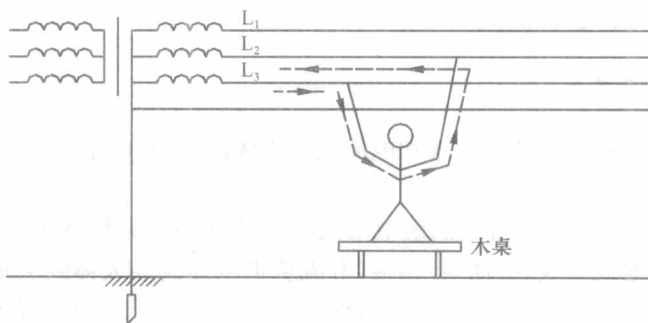


图 1-3 两相触电

(3) 跨步电压触电。当电气设备发生故障,电流通过触地点向大地流散,在地面上形成电位分布,以接地点为中心,20m 为半径,形成一个电位从最高 U_0 衰减至 0V 的电场;若人在接地触地点周围行走,其两脚之间的将引起电位差 $\Delta U = U_1 - U_2$,这就是跨步电压。由跨步电压引起的人体触电,称为跨步电压触电。如图 1-4 所示。可以看出跨的步子越大, ΔU 越大,触电危险性越大;因此,应以跳跃或小步快走的方式离开电场区。

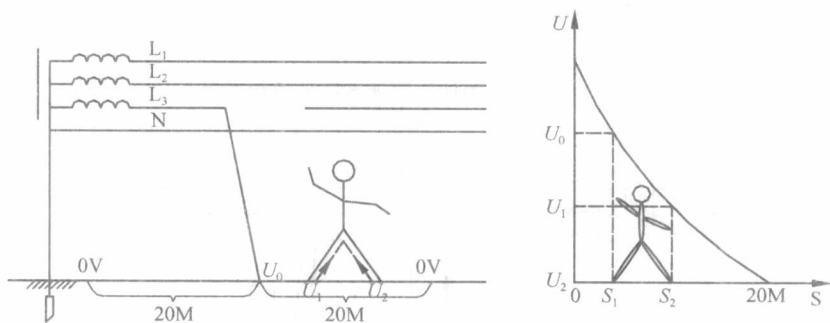


图 1-4 跨步电压触电

【实训内容及步骤】

- (1) 了解触电原理和常见触电形式。
- (2) 接触 500V 兆欧表(摇表)的 L 和 E 端,轻摇摇把,体会触电感觉。
- (3) 用一输出端为 36V 的单相控制变压器,将两端点引线引长超过 20m,在两点形成的电场中取间距为 0.8m 的两点,模拟测试跨步电压值。
- (4) 记录数据。
- (5) 按要求完成实训报告。

【项目小结】

本实训通过资料和小实验体会触电的基本形式,引起对安全用电的重视。

实训 1.2 触电现场急救

【实训目的】

- (1) 了解触电急救的步骤。
- (2) 掌握触电急救的方法。

【实训任务】

主要任务是了解急救的步骤,掌握触电急救的心肺复苏操作方法。

【实训设备和工具】

心肺复苏模拟人体

【实训原理】

一旦发生触电事故,救护者必须保持冷静,首先应使触电者脱离电源,然后进行急救。

1. 触电急救的步骤

1) 脱离电源

使触电者迅速脱离电源是极其重要的一环,触电时间越长,对触电者的伤害就越大。

要根据地具体情况和条件采取不同的方法,如断开电源开关、拔去电源插头或熔断器插件等;用于干燥的绝缘物拨开电源线或用于干燥的衣服垫住,单手将触电者拉开;救护者手边如有带绝缘柄的工具或硬棒时,可从电源的来电方向将导线砍断或撬断;如触电发生在相线与大地之间,一时又不能把触电者拉离电源,可用绝缘物垫或用于干燥绳索将触电者拉离地面暂时将触电者与大地隔离,然后才再设法关断电源,使触电者脱离带电体;如以上条件都不具备,救护者手边有绝缘导线,可用短路法,先将一端良好接地,另一端接在触电者所接触的带电体上,造成该相电源对地短路,迫使电路跳闸或熔断保险丝,达到切断电源的目的;在电杆上触电,地面上一时无法施救时,也可采用短路法,在操作时要注意两点:一是不能将接地线抛在触电者身上,这会使通过人体的电流更大。二是注意不要让触电者从高空跌落。

注意,以上救护触电者脱离电源的方法,不适用于高压触电情况。

2) 脱离电源后的判断、处置

触电者脱离电源后,应根据其受到电流伤害的不同程度,采用不同的施救方法。

触电者如神志清醒,应使其就地平躺,严密观察,暂时不要站立或走动;触电者如神志不清,应就地仰面躺平,且确保气道通畅,并用 5s 时间,呼叫触电者或轻拍其肩部,以判定触电者是否意识丧失。禁止摇动触电者头部呼叫触电者。

触电者如意识丧失,应在 10s 内,用看、听、试的方法判断触电者呼吸心跳情况。

看——看触电者的胸部、腹部有无起伏动作;

听——用耳贴近触电者口鼻处,听有无呼气声音;

试——试测口鼻有无呼气的气流。再用两手指轻试喉结旁的颈动脉有无搏动。

检查瞳孔是否放大。

若触电者有心跳无呼吸,应立即就地采用口对口人工呼吸法进行抢救。

若触电者有呼吸无心跳,应立即就地采用胸外心脏挤压法进行抢救。

若触电者无呼吸无心跳,应立即就地采用口对口人工呼吸法、胸外心脏挤压法交替进行抢救。

同时,速请医生诊治或送往医院。

3) 急救

在医生还没有到来时,应根据触电者的状况,采取口对口人工呼吸或人工胸外心脏挤压的方法等进行急救。

2. 触电急救的方法

1) 口对口人工呼吸法

(1) 让触电者仰卧,松开衣、裤,掰开口腔,清理口中脏物,取下假牙,如舌头后缩,应拉出舌头,再将其颈部伸直,头部尽量后仰,至鼻孔朝天。

(2) 救护者位于触电者头部一侧,将靠近头部的一只手捏住触电者的鼻子(防止吹气时气流从鼻孔漏出),并将这只手的外缘压住额部,另一只手轻压其下巴,保持其口腔张开。

(3) 救护者深呼吸后,用嘴紧贴触电者的嘴大口吹气,如图 1-5 所示,同时观察触电者胸部,一般应以胸部略有起伏为宜。

(4) 吹气至待救护者可换气时,应迅速离开触电者的嘴,同时放开捏紧的鼻孔,让其自动控制向外呼气,如图 1-5 所示。这时应注意观察触电者胸部的复原情况,倾听口鼻处有无呼气声,从而检查呼吸道是否阻塞。

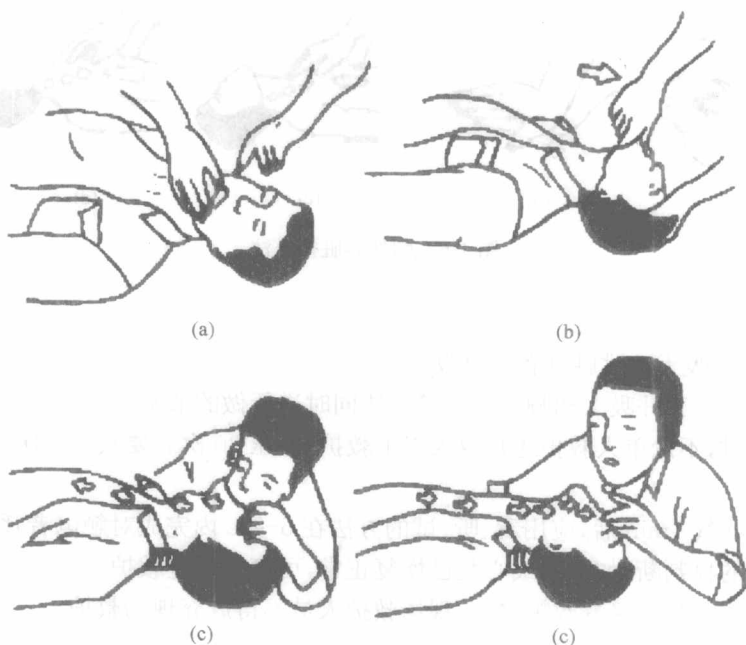


图 1-5 口对口人工呼吸

按照上述步骤反复进行,对成年人吹气时间约 2s,呼气时间约 3s,5s 一个循环每分钟 14~16 次;对儿童约每分钟 18~24 次,这时不必捏鼻孔,让一部分空气漏掉。注意要掌握好吹气量,防止吹破肺泡。

2) 胸外心脏挤压法

(1) 将触电者仰卧在坚实、平整的地方,解松衣裤,救护者跪跨在触电者腰部两侧;或救护者跪在触电者胸部侧面。

(2) 救护者将一只手中指指尖对准颈部凹腔下边缘,“当胸一手掌”,掌根位置即为正确压区;或中指和食指并拢沿触电者肋骨边沿找到心窝,另一手碰靠食指,掌根位置即为正确压区;或找到胸骨中线与两乳头连线的交接点,即为掌根位置正确压区。

定位后,另一只手的掌根叠于那只手的掌根上,手指翘起,肘关节伸直,靠体重和臂与肩部的用力,向触电者脊柱方向均衡地用力下压,使用权胸廓下陷 3~5cm,使心脏受压,心室的血液被子压出至触电者全身各部。

(3) 挤压到位的手掌突然放松,但手掌还要离开胸壁,依靠胸部的弹性自动回复原状,让心脏舒张,血液流回心室,如图 1-6 所示。

重复(2)、(3)步骤,成年人每分钟 60~80 次,儿童每分钟 80~100 次,以均速进行,每次挤压和放松的时间相等,用力适当,有节奏。对于较小的儿童,可用单掌



图 1-6 胸外心脏挤压法

施力。

3) 无呼吸无心跳触电者的急救

口对口人工呼吸法和胸外心脏挤压法同时进行做的节奏。

救护时,不论单人救护还是双人以上救护,每压 30 次后要吹气 2 次(30 : 2)反复进行。

按压吹气 1min 后,应用看、听、试的方法在 5~7s 内完成对触电者呼吸和心跳是否恢复的再判断;如呼吸或心跳已恢复正常,可停止相应救护。

在医务人员未接替救护之前,现场救护人员不得放弃现场救护。

【实训内容及步骤】

- (1) 了解触电急救的步骤。
- (2) 掌握触电急救的要点。
- (3) 掌握口对口人工呼吸救护方法。
- (4) 掌握胸外心脏挤压救护方法。

【项目小结】

本实训通过模拟触电急救的过程,使同学们掌握触电急救的基本方法。

实训 1.3 电气安全要求与措施

【实训目的】

- (1) 了解电气安全的要求。
- (2) 掌握电气安全的一般措施。

【实训任务】

主要任务是了解电气安全的要求,掌握电气安全的措施。