



高职高专机电类专业基础课规划教材

电工技能训练

DIANGONG JINENG XUNLIAN

马国伟 贺应和 主 编
谢志勇 罗继军 赵爱良 副主编



赠 送
电子课件

本书特色

- ❁ 结构新颖，教学思路清晰——“在做中学，在学中做”
- ❁ 符合职业要求，体例逼真——“以实际工作为背景、课程内容与岗位要求衔接”
- ❁ 实用性强，训练资料来源于企业——“教学过程即为工作流程”

清华大学出版社

内 容 简 介

本书是为适应电工技能实训课程的教学改革要求而编写的。内容面向实践与应用,注重技能培养。

全书共分为七个模块,包括电工基本知识、电工基本技能、室内线路安装、电动机与变压器的检修、典型电动机控制线路的装调与检修、电气控制线路的设计与制作、典型机床电气控制线路的分析与故障排除。书中每个模块开始均提出了教学目标和引导问题,并在最后配有思考与练习,供读者复习巩固。

本书可作为应用型人才培养院校及高职高专院校机电、数控、模具等专业的实训教材,也可作为相关专业、工程技术人员的参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电工技能训练/马国伟,贺应和主编;谢志勇,罗继军,赵爱良副主编. --北京:清华大学出版社, 2013

(高职高专机电类专业基础课规划教材)

ISBN 978-7-302-31813-2

I. ①电… II. ①马… ②贺… ③谢… ④罗… ⑤赵… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 062983 号

责任编辑:李玉萍

装帧设计:杨玉兰

责任校对:陆卫民

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 装 者:北京国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:17 字 数:410 千字

版 次:2013 年 5 月第 1 版 印 次:2013 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:29.00 元

产品编号:048748-01

前 言

本书是根据高职院校电工技能实训课程的教学改革要求,由一批长期从事专业技能教学、具有丰富经验的教师编写而成的实训教材。本书参照职业标准,根据职业能力要求选择实训教学内容,实例内容贴近生产实际,具有较高的可操作性和一定的实用价值,既可作为高职高专机电一体化、电气自动化、数控维修等专业的电工技能实训教材,也可作为维修电工技术人员和操作人员的培训教材,还可供其他相关技术人员参考。

本书在编写上具有以下特点。

(1) 编写始终贯穿“以国家职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业能力为核心”的理念,把提高学生能力放在突出的位置,明确职业岗位对职业核心能力的要求,重点培养学生的技术运用能力和岗位工作能力,注重创新能力和综合素质培养。

(2) 在编写结构上,以现代社会要求电工必须掌握的几类主要技术能力为分类标准,按模块化教学分类,每个模块中设计了若干项目来逐步完成模块教学目标,这样分类思路更清晰,更具有内容的独立性。每个项目的内容统一编排成知识链接、技能考核、思考与练习三部分,便于老师安排教学及学生自学。

(3) 在理论教学上,以“够用”为原则,对理论知识的介绍以简明、扼要为特点,重点讲解基本理论,注重涉及新元件、新技术、新标准的介绍。

(4) 在实训内容上,除注重电工传统的基本技术能力训练外,还突出新技术的学习和训练,力求实现与现代先进技术相结合,与时俱进,不断适应和满足现代社会对电工人才的需求。

全书共分为七个模块,包括电工基本知识、电工基本技能、室内线路安装、电动机与变压器的检修、典型电动机控制线路的装调与检修、电气控制线路的设计与制作、典型机床电气控制线路的分析与故障排除。各专业可根据具体情况分段实施:第一阶段可结合“电工电子技术”类课程实施基本电工实训(包括模块一~模块三等);第二阶段可结合“电气控制与 PLC”类课程及中高级维修电工考证培训进行集中实训(包括模块四~模块七)。本书共需五周左右的教学时间,各专业可根据相关专业课的开设情况作适当的删减。

本书由娄底职业技术学院马国伟、贺应和担任主编,娄底职业技术学院谢志勇、罗继军、赵爱良担任副主编。具体分工为:马国伟编写模块四、模块五及附录,贺应和编写模块三与模块七,谢志勇编写模块一,罗继军编写模块二,赵爱良编写模块六。

由于编者水平有限,书中难免存在一些不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

模块一 电工基本知识1

项目 1.1 电工安全用电知识.....1

一、知识链接.....1

二、技能实训.....8

三、思考与练习.....9

项目 1.2 电工材料.....9

一、知识链接.....9

二、技能实训.....21

三、思考与练习.....22

模块二 电工基本技能23

项目 2.1 常用电工工具的使用.....23

一、知识链接.....23

二、技能实训.....29

三、思考与练习.....30

项目 2.2 常用电工仪表的使用.....31

一、知识链接.....31

二、技能实训.....41

三、思考与练习.....42

项目 2.3 导线连接和绝缘层的恢复.....43

一、知识链接.....43

二、技能实训.....52

三、思考与练习.....52

项目 2.4 常用电子元器件的识别

与检测.....53

一、知识链接.....53

二、技能实训.....64

三、思考与练习.....65

项目 2.5 电子线路的安装与调试.....65

一、知识链接.....65

二、技能实训.....67

三、思考与练习.....70

模块三 室内线路安装72

项目 3.1 护套线配线.....72

一、知识链接..... 72

二、技能实训..... 77

三、思考与练习..... 79

项目 3.2 线管配线..... 79

一、知识链接..... 79

二、技能实训..... 82

三、思考与练习..... 84

项目 3.3 导线及熔断器选择..... 84

一、知识链接..... 85

二、技能实训..... 87

三、思考与练习..... 87

项目 3.4 单相电能表的安装..... 88

一、知识链接..... 88

二、技能实训..... 91

三、思考与练习..... 92

项目 3.5 三相电能表的安装与调试..... 93

一、知识链接..... 93

二、技能实训..... 97

三、思考与练习..... 99

项目 3.6 配电板的安装..... 99

一、知识链接..... 99

二、技能实训..... 104

三、思考与练习..... 106

项目 3.7 常用照明装置的安装..... 106

一、知识链接..... 106

二、技能实训..... 115

三、思考与练习..... 117

项目 3.8 室内照明电路的检修..... 117

一、知识链接..... 118

二、技能实训..... 121

三、思考与练习..... 122

项目 3.9 接地装置的制作与安装..... 123

一、知识链接..... 123

二、技能实训..... 129



三、思考与练习	130	一、知识链接	186
模块四 电动机与变压器的检修	131	二、技能实训	188
项目 4.1 小型变压器的故障检修	131	三、思考与练习	193
一、知识链接	131	项目 5.4 三相异步电动机降压启动控制	
二、技能实训	135	线路的装调与检修	193
三、思考与练习	137	一、知识链接	194
项目 4.2 直流电动机的拆装及特性的		二、技能实训	197
测量	137	三、思考与练习	201
一、知识链接	137	项目 5.5 三相异步电动机制动控制	
二、技能实训	143	线路的装调与检修	201
三、思考与练习	147	一、知识链接	202
项目 4.3 三相交流异步电动机的拆装	147	二、技能实训	204
一、知识链接	147	三、思考与练习	209
二、技能实训	150	项目 5.6 双速电动机控制线路的	
三、思考与练习	152	装调与检修	209
项目 4.4 单相交流异步电动机的运行		一、知识链接	209
与检修	152	二、技能实训	212
一、知识链接	153	三、思考与练习	216
二、技能实训	158	项目 5.7 工作台自动往复控制线路的	
三、思考与练习	160	装调与检修	217
项目 4.5 三相异步电动机定子绕组		一、知识链接	217
首尾端的判别	161	二、技能实训	218
一、知识链接	161	三、思考与练习	220
二、技能实训	161	模块六 电气控制线路的设计与制作	221
三、思考与练习	165	项目 6.1 多地控制线路的设计与制作	221
模块五 典型电动机控制线路的		一、知识链接	221
装调与检修	166	二、技能实训	224
项目 5.1 常用低压电器的拆装与检修	166	三、思考与练习	225
一、知识链接	166	项目 6.2 电动机顺序控制线路的	
二、技能实训	175	设计与制作	225
三、思考与练习	176	一、知识链接	225
项目 5.2 三相异步电动机单向运行控制		二、技能实训	225
线路的装调与检修	176	三、思考与练习	226
一、知识链接	177	模块七 典型机床电气控制线路的	
二、技能实训	179	分析与故障排除	227
三、思考与练习	186	项目 7.1 CA6140 普通车床线路分析与	
项目 5.3 三相异步电动机正反转控制		故障排除	227
线路的装调与检修	186		

一、知识链接.....	227	项目 7.4 M7120 磨床电气控制线路的	
二、技能实训.....	230	分析与故障排除	246
三、思考与练习.....	232	一、知识链接.....	246
项目 7.2 Z3040 摇臂钻床线路分析与		二、技能实训	250
故障排除	232	三、思考与练习	251
一、知识链接.....	233	项目 7.5 T68 镗床电气控制线路的	
二、技能实训.....	238	分析与故障排除	252
三、思考与练习.....	239	一、知识链接.....	252
项目 7.3 X62W 万能铣床线路分析与		二、技能实训	255
故障排除	239	三、思考与练习	257
一、知识链接.....	239	附录 常用电气图形符号	258
二、技能实训.....	244	参考文献	261
三、思考与练习.....	245		

模块一 电工基本知识

教学目标

1. 熟悉电工安全用电基本知识和电工安全操作规程。
2. 能处理一般安全事故并学会触电急救方法。
3. 熟悉各种电工材料的主要特性及其用途。
4. 能正确选择合适的电工材料。

项目 1.1 电工安全用电知识

学习目标

1. 掌握电工安全用电基本知识。
2. 能处理一般安全事故。
3. 正确掌握电工安全操作规程。
4. 掌握触电急救方法。

一、知识链接

(一)电工安全操作常识

- (1) 上岗前必须穿戴好规定的防护用品。一般不允许带电作业。
- (2) 工作前应详细检查所用工具是否安全可靠,了解场地、环境情况,选好安全位置工作。
- (3) 各项电气工作要认真严格执行“装得安全、拆得彻底、检查经常、修理及时”的规定。
- (4) 在线路、电气设备上工作时要切断电源,并挂上警告牌,验明无电后才能进行工作。
- (5) 不准无故拆除电器设备上的熔丝、过负荷继电器或限位开关等安全保护装置。
- (6) 机电设备安装或修理完工后,在正式送电前必须仔细检查绝缘电阻及接地装置和传动部分防护装置,以确保其符合安全要求。
- (7) 发生触电事故时应立即切断电源,并采用安全、正确的方法立即对触电者进行抢救。
- (8) 装接灯头时开关必须控制相线(即开关应装在火线上);临时线敷设时应先接地线,拆除时应先拆相线。
- (9) 在使用电压高于 36V 的手电钻时,必须戴好绝缘手套,穿好绝缘鞋。使用电烙铁时,安放位置不得有易燃物或靠近电气设备,用完要及时拔掉插头。
- (10) 工作中拆除的电线要及时处理好,带电的线头须用绝缘带包扎好。

- (11) 高空作业时系好安全带。
- (12) 登高作业时，工具、物品不准随便向下扔，须装入工具袋内吊送或传递。地面上的人员应戴好安全帽，并离开施工区 2m 以外。
- (13) 雷雨或大风天气，严禁在架空线路上工作。
- (14) 低压架空线路上带电作业时，应有专人监护，使用专用绝缘工具，穿戴好专用防护用品。
- (15) 低压架空带电作业时，人体不得同时接触两根线头，不得穿越未采取绝缘措施的导线之间。
- (16) 在带电的低压开关柜(箱)上工作时，应采取防止相间短路及接地等安全措施。
- (17) 当电器发生火警时，应立即切断电源。在未断电前应用四氯化碳、二氧化碳或干粉灭火，严禁用水或普通酸碱泡沫灭火器灭火。
- (18) 配电间严禁无关人员入内。外来单位参观时必须经有关部门批准，由电气工作人员带入。倒闸操作必须由专职电工进行，复杂的操作应由两人进行：一人操作，一人监护。

(二)电工安全操作技术措施

1. 停电检修安全操作技术措施

在电气设备上进行工作，一般情况下均应停电后进行，停电工作应采取以下安全措施。

- (1) 停电。检修电气设备时，首先应根据工作内容，做好全部停电的倒闸操作，断开被检修设备的电源。对于多回路的线路，特别要防止向被检修设备反送电。
 - (2) 验电。断开电源后，必须用符合电压等级的验电器(试电笔)，对被停电的设备进出线两侧各相分别进行验电，确证该设备已无电压存在后，方可开始工作。
 - (3) 装设临时短路接地线。对于可能送电到被检修设备的各个电源方向，以及可能产生感应电压的地方，都要装设临时短路接地线。
- 装设临时短路接地线时，必须先接接地端，后接导体端，且接触必须良好。拆除临时短路接地线的顺序与装设时相反。在装拆临时短路接地线时，应使用绝缘杆，戴绝缘手套，且应有专人监护。
- (4) 悬挂警告牌和装设遮拦。在已断开的开关和闸刀的操作手柄上挂上“禁止合闸，有人工作”的标示牌，必要时加锁，以防止误合闸。

2. 带电检修安全操作技术措施

如因特殊原因，设备或线路不能停电而又必须进行设备或线路的检修工作，就必须带电工作，带电工作应注意以下安全事项。

- (1) 在 380/220V 的电气设备或线路上进行带电工作时，必须使用有绝缘手柄而且经耐压试验合格的工具，穿绝缘鞋，戴绝缘手套，站在干燥的绝缘物上进行操作，且应有专人进行监护。
- (2) 将在工作中可能触及的其他带电体及接地物体，用绝缘物或网状遮拦隔离，以防造成相间短路或对地短路。

(3) 在 380/220V 的设备或线路上带电工作时, 应分清相线和零线。工作时任何情况下只准接触一根导线, 不准同时接触两根导线。在进行连接或搭接导线时, 要先连接中性线(地线), 后连接相线(火线); 在断开导线时, 要先断开相线, 后断开中性线。

(三) 电气火灾消防知识

一旦发生电气火灾, 应立即组织人员采用正确方法进行扑救, 同时拨打 119 火警电话, 向公安消防部门报警, 并且应通知电力部门用电监察机构派人到现场指导和监护扑救工作。

(1) 电气设备发生火警时, 要首先切断电源, 以防火势蔓延和灭火时造成触电。

(2) 灭火时, 灭火人员不可使身体或手持的灭火工具触及导线和电气设备, 以防止触电。

(3) 灭火时要采用黄沙、干粉、二氧化碳或 1211 灭火剂等不导电的灭火材料, 不可用水或泡沫灭火器进行灭火。

(4) 带电灭火要注意灭火器的本体、喷嘴及人体与带电体之间的距离。对电压在 10kV 及以下的电气设备, 距离应不小于 0.4m; 35kV 不小于 0.6m。

(5) 若只能用普通水枪进行带电灭火, 则应先做好预防触电的安全措施, 如将水枪喷嘴接地, 灭火人员戴手套, 穿绝缘靴等。

(6) 对架空电力线路或其他处于高处的电气设备进行灭火时, 灭火人员的位置与带电体之间的仰角应不超过 45° , 以防导线断落或设备倒下伤人。如遇带电导线断落地面, 灭火人员须离开导线落地点 20m 以外, 以防跨步电压触电。

(四) 电器设备安全知识

1. 保护接地和保护接零的作用

1) 保护接地

将电气设备正常运行下不带电的金属外壳和架构通过接地装置与大地进行连接, 称为保护接地。

保护接地的作用: 在中性点不接地的三相三线制电网中, 当电气设备因一相绝缘损坏而使金属外壳带电时, 如果设备上没有采取接地保护, 则设备外壳存在着一个危险的对地电压, 这个电压的数值接近于相电压, 此时如果有人触及设备外壳, 就会有电流通过人体, 造成触电事故。

2) 保护接零

将电气设备正常运行下不带电的金属外壳和架构与配电系统的零线直接进行电气连接, 称为保护接零。

保护接零的作用: 采用保护接零时, 电气设备的金属外壳直接与低压配电系统的零线连接在一起, 当其中任一相的绝缘损坏而外壳带电时, 形成相线和零线短路, 短路电流很大, 促使线路上的保护装置(如熔断器、自动空气断路器等)迅速动作, 切断故障设备的电源, 从而起到防止人身触电的保护作用及减少设备损坏的机会。

2. 接地和接零的注意事项

(1) 在中性点直接接地的低压电网中, 电力装置宜采用接零保护; 在中性点不接地的低压电网中, 电力装置应采用接地保护。

(2) 在同一配电线路中, 不允许一部分电气设备接地, 另一部分电气设备接零, 以免接地设备一相碰壳短路时, 可能由于接地电阻较大, 而使保护电器不动作, 造成中性点电位升高, 使所有接零的设备外壳都带电, 反而增加了触电的危险性。

(3) 由低压公用电网供电的电气设备, 只能采用保护接地, 不能采用保护接零, 以免接零的电气设备一相碰壳短路时, 造成电网的严重不平衡。

(4) 为防止触电危险, 在低压电网中, 严禁利用大地作相线或零线。

(5) 用于接零保护的零线上不得装设开关或熔断器, 单相开关应装在相线上。

(五) 触电与急救

在意外情况下, 当人体与带电体相接触或在进行带电操作时发生强烈电弧, 电流通过人的身体, 使人体受到伤害, 称为触电。触电对人体的伤害主要有电击和电伤两种。

1. 电流对人体的危害

电流对人体的危害程度与通过人体电流的大小、人体电阻的大小、作用于人体电压的高低、流过人体电流的频率、电流通过人体的途径、电流通过人体持续时间的长短及触电者身体的健康状况等因素有关。

1) 通过人体电流的大小

通过人体的电流越大, 伤害越严重。通过人体的电流达到 100mA 以上时, 人就会因呼吸困难、心脏停止跳动而死亡。

2) 人体电阻的大小

人体电阻的变化很大。当人体皮肤干燥、洁净而又无损伤时, 电阻可高达 1~100k Ω ; 但当皮肤潮湿、出汗、破损或附着有导电的粉尘时, 电阻就会降低, 可能降低到 1k Ω 以下, 这时通过人体的电流就会随之增大。

3) 作用于人体电压的高低

外加于人体的电压越高, 触电伤害的危险性越大。

为防止因触电而造成的人体直接伤害, 在工作条件恶劣的场所(如特别潮湿的场所和金属容器或管道)内工作时, 应采用安全电压供电。我国规定的安全电压额定值的等级为 42V、36V、24V、12V、6V。安全电压的使用规定如下。

(1) 在没有高度触电危险的建筑物中为 50V。如仪表厂的装配大楼、纺织厂的车间、住宅、公共建筑物和生活建筑物等。

(2) 在有高度触电危险的建筑物中为 36V。如机械厂的金工车间及锻工车间、拉丝车间、变电所、车库和食堂的厨房等。

(3) 在有特别容易触电危险的建筑物中为 12V。如铸工车间、锅炉房、电镀车间、化工厂的大多数车间以及室外配电装置等。

4) 流过人体电流的频率

在相同的电流强度下,不同的电流频率对人体影响程度不同。一般 $28\sim 300\text{Hz}$ 的电流频率对人体影响较大,最为严重的是 $40\sim 60\text{Hz}$ 的电流。当电流频率大于 20000Hz 时,所产生的损害作用明显减小。

5) 电流通过人体的途径

当电流通过人体的途径为从手到脚,或从一手到另一手,或通过心脏时,伤害的危险性最严重。

6) 电流通过人体持续时间的长短

电流通过人体时持续时间越长,对生命的危害就越大。

7) 触电者身体的健康状况

触电者身体的健康状况和精神状态对于触电伤害后果有很大影响。如有心脏病、结核病的人,触电后的伤害程度就较为严重。

2. 触电的形式

触电的形式有单相触电、两相触电、跨步电压触电等。

1) 单相触电

人体接触电气设备或线路中任意一根带电导线(相线),电流通过人体流入地下,称为单相触电。

(1) 中性点直接接地电网的单相触电。

如图 1-1 所示,人体承受 220V 的相电压,电流经过人体、大地和中性点的接地装置,形成闭合回路。该触电形式发生较多,后果往往很严重。

(2) 中性点不接地电网的单相触电。

如图 1-2 所示,人碰到任一相带电体时,该相电流通过人体经另外两根相线对地绝缘电阻和分布电容而形成回路。如果绝缘阻抗非常大,则通过人体的电流较小,对人体伤害的危险性也较低;如果线路的绝缘不良,则通过人体的电流就较大,对人体伤害的危险性也就较高。

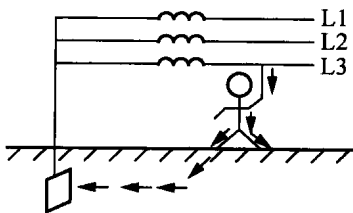


图 1-1 中性点直接接地系统单相触电

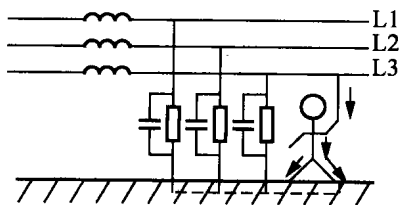


图 1-2 中性点不接地系统单相触电

2) 两相触电

人体同时接触带电的两根相线(火线),电流就会从一根相线通过人体,再流到另一根相线,形成回路,称为两相触电,如图 1-3 所示。两相触电时,人体承受的电压是线电压(380V),通过人体的电流基本上取决于人体的电阻,因此,两相触电的危害性是很严重的。

3) 跨步电压触电

当架空电力线路的一根带电导线断落在地上时,就会形成一个以落地点为圆心的电位分布区。落地点的电位就是导线的电位,离落地点越远,地面的电位就越低,在落地点20m以外,地面电位近似为零;离落地点越近,地面电位越高,如果人的两脚(或牲畜的前后蹄)站在离落地电线远近不同的位置上,两脚之间就有电位差,此电位差称为跨步电压,如图 1-4 所示。此时,电流就会从一脚经胯部再到另一脚流入地下,形成回路,称为跨步电压触电。前后脚距离越大,所受跨步电压也就越大,触电的危险性也就越大。

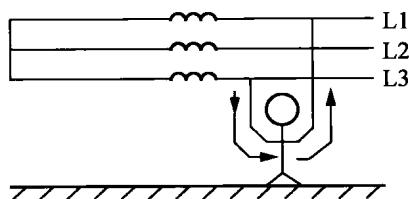


图 1-3 两相触电

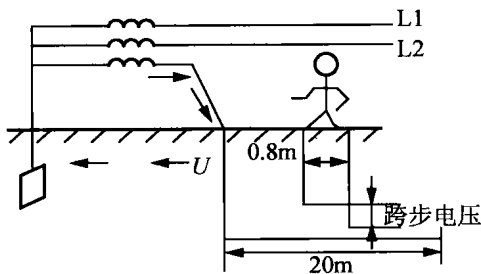


图 1-4 跨步电压触电

3. 触电急救

触电急救的要点是:动作迅速,救护得法。当发现有人触电时,切不可惊慌失措,束手无策,更不可借故逃离。应尽快使触电者脱离电源,然后根据触电者的具体情况,进行相应的救治。

1) 使触电者迅速脱离电源

使触电者脱离电源的方法是,立即断开电源开关或拔掉电源插头。若无法及时断开电源开关,则可用有良好绝缘钳柄的钢丝钳剪断电线,或用有干燥木柄的斧头或其他工具将电线砍断。如身边什么工具都没有,可用干衣服、围巾等衣物,多层地、厚厚地把一只手严密包裹起来,拉触电者的衣服使其脱离电源。

2) 简单诊断

触电者脱离电源后,要根据触电者的情况迅速进行救治。

(1) 触电者伤势不重,神志清醒,但心慌、四肢发麻、全身无力,或曾一度昏迷,但已清醒过来。此时应使触电者安静休息,不要走动,并请医生诊治或送往医院治疗。

(2) 触电者伤势较重,已失去知觉,但还有心脏跳动和呼吸存在。此时应使触电者舒适安静地平卧,周围不要围人观看,并应让空气流通。解开触电者衣服以利呼吸,如天气寒冷,要注意保暖,并请医生诊治或送医院治疗。如触电者呼吸困难或发生痉挛,应准备一旦呼吸停止立即作进一步的抢救。

(3) 触电者伤势严重,呼吸停止或心脏跳动停止,或二者都已停止。此时应立即施行人工呼吸法和胸外心脏按压法进行抢救,并速请医生或送医院抢救。

3) 现场急救方法

(1) 口对口人工呼吸法。

口对口人工呼吸法是在触电者呼吸停止后应用的急救方法,是人工的力量,促使肺部膨胀和收缩,达到恢复呼吸的目的。

① 使触电者仰卧，颈部伸直，解开触电者身上妨碍呼吸的衣服扣结、上衣、裤带等；掰开触电者的嘴，清除口腔内妨碍呼吸的呕吐物、黏液、活动假牙等；如果舌头后缩要把舌头拉出来，使呼吸道畅通。如果触电者牙关紧闭，可用木片、金属片等从嘴角伸入牙缝慢慢撬开，然后使触电者头部尽量后仰，如图 1-5(a)所示。

② 救护人在触电者头部旁边，一手捏紧触电者的鼻孔不让漏气，另一手扶着触电者的下颌，使嘴张开，如图 1-5(b)所示。

③ 救护人做深呼吸后，紧贴触电者的嘴(要防止漏气)吹气，同时观察触电者胸部膨胀情况，以胸部略有起伏为宜。吹气用力大小要根据不同的触电者而有区别。吹气情况如图 1-5(c)所示。

④ 吹气人吹气完毕准备换气时，应立即离开触电者的嘴，并放开捏紧的触电者鼻孔，让触电者自行呼气，如图 1-5(d)所示。

按以上步骤连续不断地进行。对成年触电者每分钟吹气 14~16 次，每次吹气约 2s，呼气约 3s；对儿童触电者每分钟吹气 18~24 次，不用捏紧鼻子，任其自然漏气。

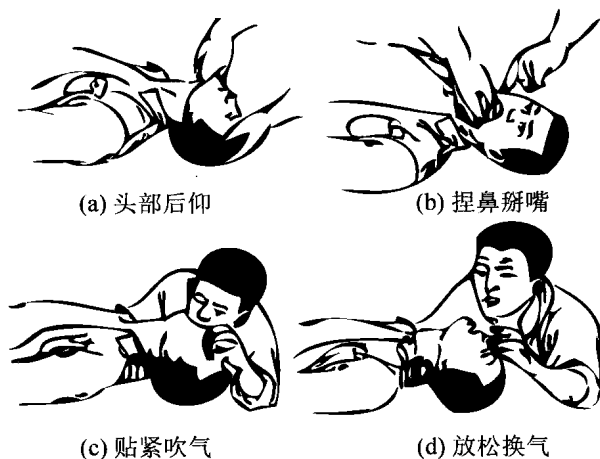


图 1-5 口对口吹气法

(2) 胸外心脏按压法。

胸外心脏按压法是用人工的方法在胸外挤压心脏，使触电者心脏恢复跳动。这种方法适用于抢救心脏跳动停止或心脏跳动不规则的触电者，具体做法如下。

① 使触电者仰卧，清除嘴里痰液，取下活动假牙，不使舌根后缩，使其呼吸道畅通。背部着地处应平整稳固，以保证挤压效果。

② 按图 1-6(a)所示选好正确压点以后，救护人肘关节伸直，左手掌复压在右手背上，适当用力，带有冲击性地压触电者的胸骨(压胸骨时要对准脊椎骨，从上向下用力)，如图 1-6(b)和图 1-6(c)所示。对成年人，可压下 3~4cm；对儿童应只用一只手，并且用力要小些，压下深度要浅些。

③ 挤压后，掌根要迅速放松(但不要离开胸膛)，使触电者的胸骨复位，如图 1-6(d)所示。

挤压的次数为：成年人每分钟约 60 次，儿童每分钟 90~100 次。挤压的部位要找准，压力要适当，不可用力过大过猛，防止把胃里食物压出堵住气管或造成肋骨折断；但

用力也不能太小，以免起不到挤压作用。

(3) 口对口吹气法和胸外心脏按压法并用。

如果触电者的呼吸和心脏跳动都已停止，应同时采取口对口吹气法和胸外心脏按压法来进行救护。救护可以单人进行，也可双人进行，如图 1-7 所示。

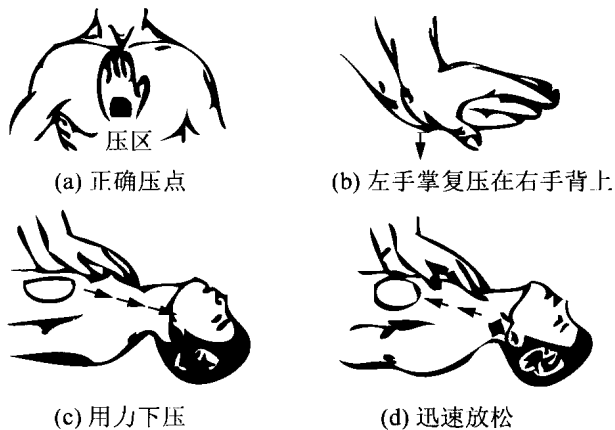


图 1-6 胸外心脏按压法

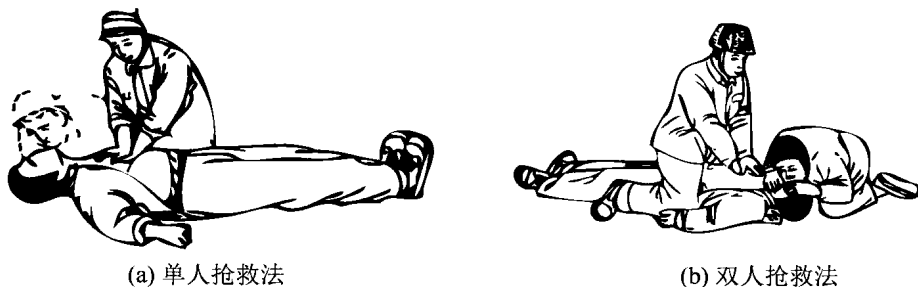


图 1-7 呼吸和心脏跳动都已停止的抢救方法

二、技能实训

1. 实训器材

- (1) 常用电工工具，1 套。
- (2) 成套电器设备，1 套。

2. 实训内容及要求

- (1) 教师讲解电工安全知识，结合实习室设备和成套配电设备演示触电情景及急救方法。
- (2) 将实习设备的电源断开，模拟触电情景，学生分组分别互救和自救。
- (3) 情景演示，请学生指出情景中的触电原因，并给出解决方案。
- (4) 教师介绍并让学生练习使用各种常见灭火器。

3. 技能考核

学生分组进行触电急救处理，考核其操作规范性。

三、思考与练习

1. 什么是触电？触电有哪几种形式？
2. 触电对人体的伤害程度及危险性与哪些因素有关？
3. 触电急救的要点是什么？触电的急救方法有哪些？如何操作？
4. 防止触电事故的技术措施有哪些？
5. 简要叙述接零和接地的注意事项。
6. 电气火灾有什么特点？进行带电灭火时应注意什么？

项目 1.2 电 工 材 料

学习目标

1. 能分辨各种常用电工材料。
2. 熟悉各种电工材料的主要特性及其用途。
3. 能根据应用场合选择合适的电工材料。

一、知识链接

(一)导电材料

金属中导电性能最好的是银，其次是铜、铝。但由于银的价格比较昂贵，因此在特殊场合和电子电路中才使用银作导电材料。

铜和铝是常用的导电材料，它们具有良好的导电性能，有一定的机械强度，耐腐蚀性好，塑性好，便于加工和焊接，常用这些导电材料制成线材使用。影响铜和铝性能的因素主要有杂质、冷变形、温度和耐蚀性等。

在产品型号中，铜线的标志是 T，铝线的标志是 L。为了简化型号，对于铜的电线电缆，T 有时可以省略。所以，有些产品型号没有标明 T 或 L 的，材料就是铜。另外，根据材料的软硬程度，在 T 或 L 后面还标志 R(表示软的)或 Y(表示硬的)。所以，TR 与 TY 分别表示软铜与硬铜，LR 与 LY 分别表示软铝与硬铝。

1. 裸导线和裸导体制品

裸导线和裸导体制品是指仅有导体部分，没有绝缘层和保护层的产品，如架空输电用的绞丝、软接线、型线和圆单线等。

软接线是由多股铜线或镀锡铜线绞合、编织而成的。它具有柔软、耐弯曲、耐振动等特点，其常用品种如表 1-1 所示。型线是指为适应不同用途的电缆和电气设备元件要求而制成的矩形、梯形等非圆形截面的裸导线，其常用品种如表 1-2 所示。

表 1-1 常用软接线品种

名 称	型 号	主要用途
裸铜电刷线	TS	供电机、电气线路连接电刷用
软裸铜电刷线	TSR	
裸铜软绞线	TRJ	供移动式电气设备连接线用, 如开关等
	TRJ-3	供要求较柔软的电气设备连接线用, 如接地线等
	TRJ-4	供要求特别柔软的电气设备连接线用, 如可控硅连线等
软裸铜编织线	TRZ-1	供移动电气设备和小型电炉连接线用
	TRZ-2	

注: 表中的 S 表示电刷线; J 表示绞线, Z 表示编织线。

表 1-2 常用型线品种

类 别	名 称	型 号	主要用途
扁 线	硬扁铜线	TBY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品
	软扁铜线	TBR	
	硬扁铝线	LBY	
	软扁铝线	LBR	
母 线	硬铜母线	TMY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品, 也可作输配电的汇流排
	软铜母线	TMR	
	硬铝母线	LMY	
	软铝母线	LMR	
钢 带	硬铜带	TDY	适用于电机电器、安装配电设备及其他电工制品
	软铜带	TDR	
铜 排	梯形铜排	TPT	供制造直流电机换向器用

裸绞线主要用于电力线路中, 与电力电缆和绝缘电线相比, 它具有结构简单、制造方便、容易架设和维修、线路造价低等特点, 因此得到广泛应用。但裸绞线用作架空线时, 具有容易受外界气候的影响以及不能隐蔽等缺点。常用的裸绞线有三种: LJ 型铝绞线、LGJ 型钢芯铝绞线和 HLJ 型铝合金绞线。

常用裸导线的名称、型号、截面积(或线径)范围及主要用途如表 1-3 所示。

表 1-3 裸导线的常用数据

名 称	型 号	截面积(或线径)范围	主要用途
圆铜线	TR	0.02~14mm	用作架空线
	TY	0.02~14mm	
	TYT	1.5~5mm	
圆铝线	LR	0.3~10mm	
	LY4、LY6	0.3~10mm	
	LY8、LY9	0.3~5mm	

续表

名 称	型 号	截面积(或线径)范围	主要用途
铝绞线	LJ	10~600mm ²	用于 10kV 以下, 档距小于 100m 的架空线
钢芯铝绞线	LGJ	10~400mm ²	用于 35kV 以上较高电压或档距较大的线路上
软型钢芯铝绞线	LGJR	150~700mm ²	
加强型钢芯铝绞线	LGJJ	150~400mm ²	
硬铜绞线	TJ	16~400mm ²	用于机械强度高、耐腐蚀的高、低压输电线路

2. 绝缘电线

绝缘电线是配电、动力与照明线路常用的材料, 其型号、名称、主要用途如表 1-4 所示。

表 1-4 500V 以下配电、动力及照明用绝缘电线的型号、名称与主要用途

型 号	名 称	主要用途
BV	聚氯乙烯绝缘铜芯线	用于交流电压 500V 及以下的电气设备和照明装置的场合
BVR	聚氯乙烯绝缘铜芯软线	
BVV	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套铜芯线	
BLV	聚氯乙烯绝缘铝芯线	
BLVR	聚氯乙烯绝缘铝芯软线	
BLLV	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套铝芯线	
BLVV	聚氯乙烯绝缘护套铝芯圆形电线	
BVVVB	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套平型铜芯线	
BLVVB	聚氯乙烯绝缘护套铝芯平型电线	用于交流电压 250V 及以下的移动式日用电器的连接
RVB	聚氯乙烯绝缘平行连接铜芯软线	
RVS	聚氯乙烯绝缘双绞连接铜芯软线	
RVV	聚氯乙烯绝缘、聚氯乙烯护套连接铜芯软线	
RFB	丁腈聚氯乙烯复合物绝缘线(平型软线)	用于交流电压 250V 或直流电压 500V 及以下的各种日用电器照明灯座和无线电设备等的连接
RFS	丁腈聚氯乙烯复合物绞型线	
AV	聚氯乙烯绝缘铜芯安装电线	用于交流额定电压 500V 以下的电器、仪表和电子设备及自动化装置
AVR	聚氯乙烯绝缘铜芯安装软电线	
AVRB	聚氯乙烯绝缘铜芯安装绞型软电线	
AVRS	聚氯乙烯绝缘铜芯安装平型软电线	
AVVR	聚氯乙烯绝缘铜芯护套安装软电线	
AVP	聚氯乙烯绝缘铜芯屏蔽电线	
RVP	聚氯乙烯绝缘铜芯屏蔽软电线	
RVVP	聚氯乙烯绝缘铜芯屏蔽护套软电线	