



GAODENG ZHIYE JIAOYU GUIHUA JIAOCAI

• 高等职业教育规划教材 •

电工电子实训

黄冬梅 主编 梁 荫 王 雪 副主编
王秀芝 主审



中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

高等职业教育教材

电工电子实训

	黄冬梅	主 编
梁 荫	王 雪	副主编
	王秀芝	主 审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子实训/黄冬梅主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2006. 10

高等职业教育教材

ISBN 7-5019-5522-0

I. 电... II. 黄... III. ①电工技术-高等学校: 技术学校-教材②电子技术-高等学校: 技术学校-教材
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 081016 号

责任编辑: 王 淳

策划编辑: 王 淳 责任终审: 孟寿萱 封面设计: 王佳芃

版式设计: 马金路 责任校对: 李 靖 责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 利森达印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2006 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16

字 数: 409 千字

书 号: ISBN 7-5019-5522-0/TM·022 定价: 23.00 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119817 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

51177J4X101ZBW

前 言

本书是根据全国高职高专学校及其他相关学校电气运行与控制专业、自动控制、自动化、机电技术、楼宇自动化、计算机、电子信息、数控等专业“电工电子实训”教学大纲编写的,也是以上专业学生必修实训指导教材。本书突出职教特色,题材及技能选题难易适中,可操作性强,还可作为中等职业电气运行与控制专业的教材。对考工取得上岗证起辅导作用。

本书内容是在紧紧围绕电气运行与控制等专业实践技能基础上而编写的一门基础性实训教材。全书共分为八章。第1章为电工、电子实训的目的、意义及要求,主要介绍电工电子实训的要求等内容;第2章为电工基础知识,主要介绍电工常用仪表及用电安全知识;第3章为常用电工材料的选用和低压电气元件的介绍,并介绍常用接线及电路元件的选用方法;第4章为电工线路及如何布线的相关介绍,主要介绍电工架线及作业的常用方法;第5章为常用变压器的介绍,其中包括变压器的结构原理及常见故障;第6章为电子实训的知识,这里主要介绍常用电子仪表的使用及印刷电路板的制作;第7章为模拟电子技术实训,主要介绍常用电子元件的特性及判别方法;第8章为数字电子技术实训,主要介绍常用集成元件的使用及产品的制作。

本书的教学目的是培养学生的基本实际操作能力,注重对学生的创新精神和实践能力的培养,使学生成为“第一线”操作及维护人才,不需要再培训就能上岗。因此,课程的内容要通过实际操作来完成。书中提出的实训内容要通过实训教师因地制宜,并结合培养目标的要求,对电工电子实训项目、内容深浅度以及课时数等进行调整,保证教学效果,提高教学质量。

在电工电子实训的过程中,应严格执行有关规程规定,注重培养学生安全性的习惯养成以及职业和质量意识。

本书在编写过程中力图通俗易懂,把部分原理图以实物图出现,使学生一目了然,并结合了现代电气的发展特点,介绍了一些新型器件,使学生学能所用、学以致用。

本书第1章、第2章、第3章及附录由黄冬梅编写,第4章、第5章由王雪编写,第6章、第8章由梁荫编写,第7章由郑翹编写。全书由哈尔滨职业技术学院黄冬梅任主编,梁荫、王雪任副主编。全书由哈尔滨技师学院王秀芝任主审。在编写的过程中得到哈尔滨职业技术学院的肖迎俊老师的帮助,在此表示感谢。

尽管编者在编写的过程中认真编写,由于水平有限,难免在书中存在缺点和错误,我们诚恳地欢迎读者批评指正,并由衷地表示感谢。

编者
2006年5月

目 录

第1章 电工、电子实训的目的、意义及要求	1
1.1 实训的目的及意义	1
1.2 电工、电子实训的要求	1
1.3 实训的考核与评分	2
第2章 电工基础知识	3
2.1 安全用电基础知识	3
2.1.1 电对人体的伤害	3
2.1.2 触电的原因、形式及其预防	4
2.1.3 触电的急救	6
2.1.4 安全电压与安全技术规程	8
思考题	13
实训一 常用触电急救训练	13
2.2 常用电工仪表	14
2.2.1 常用电工仪表的分类	15
2.2.2 常用电工仪表的型号及标度盘的符号	15
2.2.3 常用电工仪表的组成与原理	15
2.2.4 常用电工仪表的使用	17
思考题	33
实训二 常用电工仪表的使用	34
实训三 间接式三相四线制电能表的安装	35
2.3 常用电工工具的使用	37
2.3.1 通用工具	37
2.3.2 线路安装工具	42
2.3.3 登高工具	44
2.3.4 设备装修工具	46
思考题	49
实训四 常用电工工具识别与使用	49
第3章 常用电工材料、低压电器	51
3.1 常用绝缘材料	51
3.1.1 常用绝缘材料的分类	51
3.1.2 常用的绝缘材料	51
3.1.3 绝缘材料的性能指标	53
思考题	54
3.2 常用导电材料	54
3.2.1 电线电缆	54

3.2.2 导线的选用	59
3.2.3 其他导电材料	60
思考题	60
3.3 常用导线的连接	61
3.3.1 导线绝缘层的剖削	61
3.3.2 导线的连接	62
3.3.3 导线绝缘层的恢复	69
思考题	70
实训五 常用导线的连接	70
3.4 常用低压电路元器件	71
3.4.1 电器的分类	71
3.4.2 控制电器	72
3.4.3 主令电器	84
思考题	93
实训六 单向连续旋转控制电路的安装与接线	94
实训七 三相异步电动机的正反转控制电路的安装、接线与故障排除	95
第4章 线路与布线	99
4.1 室内布线	99
4.1.1 室内布线的基本知识	99
4.1.2 室内布线工艺	100
思考题	106
4.2 室内照明线路	106
4.2.1 室内照明线路基本知识	106
4.2.2 室内照明线路工艺	107
4.2.3 室内照明线路的故障和检修	111
思考题	113
4.3 动力线路	113
4.3.1 动力线路的基本知识	113
4.3.2 低压配电箱的安装	114
4.3.3 电动机的安装	116
4.3.4 动力线路的故障和检修	120
思考题	121
4.4 外线作业	121
4.4.1 架空线路基本知识	121
4.4.2 低压架空线路安装工艺	128
4.4.3 低压架空线路维修	134
思考题	135
实训八 室内照明线路安装	135
第5章 变压器	138
5.1 变压器的基本知识	138

5.1.1	变压器基本工作原理	138
5.1.2	变压器的分类	139
5.1.3	变压器的基本结构	140
5.1.4	变压器的使用和维护	143
5.1.5	变压器的检修	146
	思考题	147
5.2	小型变压器的重绕修理	147
5.2.1	记录原始数据	147
5.2.2	拆卸铁心	148
5.2.3	制作模心及骨架	149
5.2.4	绕制绕组	151
5.2.5	绝缘处理	153
5.2.6	铁心装配	154
	思考题	155
5.3	小型变压器修理后的检查和试验	155
5.3.1	检查和试验的项目与方法	155
5.3.2	常见故障分析与处理	157
	思考题	158
第6章	电子实训概述	159
6.1	常用电子仪器的使用	159
6.1.1	毫伏表	159
6.1.2	示波器	160
6.1.3	低频信号发生器	165
	思考题	167
	实训九 正弦交流电压的产生与测量	167
6.2	电路板的安装与焊接	168
6.2.1	元器件的插装	168
6.2.2	元器件的焊接	169
	思考题	177
	实训十 触摸式照明电路的焊接	177
6.3	印刷电路板的设计与制作	178
6.3.1	印刷电路板基本知识	178
6.3.2	印刷电路板的设计	181
6.3.3	印刷电路板的制作	186
	思考题	190
	实训十一 触摸式照明电路印制板的设计、制作与焊接	190
第7章	模拟电子技术实训	192
7.1	电子元器件的使用方法	192
7.1.1	电子元器件的命名方法	192
7.1.2	半导体二、三极管的使用方法	198

7.1.3 场效应管的使用方法	206
7.1.4 晶闸管	208
思考题	212
实训十二 常用电子元器件的识别与检测	213
7.2 集成电路的识别与测试	214
7.2.1 集成电路的种类及命名方法	214
7.2.2 集成运算放大器	218
7.2.3 集成稳压器	221
思考题	224
7.3 模拟电子产品的制作	224
7.3.1 电路的设计与调试方法	224
实训十三 调光台灯的制作	226
实训十四 门铃的制作	228
实训十五 单相桥式整流滤波电路的安装与调试	230
实训十六 单管低频放大器电路的安装与调试	231
实训十七 直流稳压电源的安装与调试	232
第8章 数字电子技术实训	234
8.1 数字逻辑电路的使用	234
8.1.1 TTL 集成门电路的使用	234
8.1.2 MOS 集成逻辑门电路的使用	235
8.1.3 CMOS 电路与 TTL 电路的连接	236
思考题	237
实训十八 用集成门电路设计制作三人表决电路	237
8.2 数字电子产品的制作	238
8.2.1 八节拍脉冲信号发生器	238
思考题	240
8.2.2 四人智力竞赛抢答电路	240
思考题	242
8.2.3 延时照明控制电路	242
思考题	244
参考文献	245

第1章 电工、电子实训的目的、意义及要求

1.1 实训的目的及意义

实训是培养学生熟练掌握操作技能的有效途径,应该安排大量的时间,让学生在实训中学习,并在实训中进一步加深对专业知识的理解。由于电工、电子技术课程实践性很强,它能对电气专业、应用电子专业、电器专业、计算机专业、电子信息专业、机电一体化专业及汽车专业等入学不久的学生进行早期规范化的电工电子技能训练,着重培养学生分析问题和解决问题的能力,特别强调的是动手能力。使学生通过使用电工电子等工具,认识仪器仪表,了解电子元件,并且在电子电路的安装制作和调试的过程中掌握生产一线中最基本的操作技能,为考取维修电工技能证打下一定的基础,毕业后不需要培训就能上岗。使学生在激烈的人才竞争中占有有力的地位,增加就业本领,同时它也提高了学生对本专业课程的学习兴趣。

1.2 电工、电子实训的要求

电工电子实训是电类及非电类专业重要的实践性教学环节,是实现应用型电类及非电类专业人才培养动手技能操作的主要手段之一,学生在实训过程中,通过系统的操作训练和生产劳动等,应该达到如下要求:

① 通过安全教育和电工的基本操作、基本技能的训练,掌握常用电气设备的运行、维修和安装的操作技能及工艺等知识,掌握安全用电知识。熟练掌握触电急救的基本方法,为进一步学习专业知识建立良好的基础。

② 掌握本专业电工作业的主要工种及电子线路的安装调试的基本操作技能,并且能正确地使用和调整该工种的常用设备及仪器,能根据工作原理图、接线图和装配图等技术资料作一般性的独立操作。

③ 掌握工业上常用的电器装置及电子线路的实际知识及其主要工种的基本操作技能,注意与生产实践相结合,重视工艺规程,为后续实践性教学打下坚实的基础。

④ 通过对专业基础课的实训,并进行相应的思想教育,使学生逐步树立正确的劳动观,培养学生的动手实践能力,使其在劳动的同时进一步全面发展。

为了保证电工电子实训课能够正常进行,达到预期的实训效果,在实训时学生应遵守以下规则:

- ① 学生应在指定的工作岗位上实训,服从实训指导教师的指导。
- ② 认真听取实训指导教师的讲解,仔细地观察示范操作。
- ③ 在操作上一定严肃认真、细心,并且严格按图纸及工艺的要求完成实训的工作。
- ④ 注意节约,爱护设备和工具并妥善保管工具。
- ⑤ 严格遵守安全操作规程,保持工作岗位的安全及整洁。
- ⑥ 注意安全正确使用仪器设备,防止因使用不当损坏仪器设备。

对电工实训的基本要求：

(1) 常用电工工具及仪表

- ① 熟悉维修电工安全作业的规程，了解触电急救及人工呼吸的常用方法；
- ② 熟练掌握常用电工工具的使用方法及注意事项；
- ③ 熟练掌握电工仪表的使用方法及注意事项。

(2) 对照明线路的要求

- ① 了解室内照明布线的基本操作规范；
- ② 熟练掌握室内照明设备的安装以及正确的使用，初步掌握电工操作技能；
- ③ 基本掌握导线的选择及连接方法，能够安全、正确地进行室内照明布线。

对电子实训的基本要求：

(1) 电子产品的安装、焊接及元器件的检测

- ① 掌握电子产品的安装及焊接工艺；
- ② 熟悉印刷电路板的设计及制作过程；
- ③ 掌握常用电子元件的类别、型号、规格、性能、使用范围以及基本的测试方法。

(2) 电子线路的测试以及电子产品的制作

- ① 正确使用电子仪器、仪表来进行电子线路的检测、故障分析及排除；
- ② 掌握简单电子产品的整机组装及调试方法等；
- ③ 熟悉印刷电路板的计算机辅助设计及电子线路的绘制。

实训后应达到如下要求：

- ① 初步掌握电工、电子、电路分析及设计的基本方法。
- ② 培养学生的自学能力和独立分析问题、解决问题的能力；在确定基本的方案后，查阅电路手册、选件、安装电路，拟定电路的调试方案和调试步骤；并能通过所掌握的方法解决问题。
- ③ 在解决实训作业的过程中，掌握电子电路的设计、生产流程，并且安装、布线、焊接等基本技能必须达到的规范要求。
- ④ 巩固常用电工电子仪器的正确使用方法，用它们测试电子器件和电路参数，正确记录并分析试验结果。
- ⑤ 进行严格的科学的实训，培养实事求是的工作作风。
- ⑥ 写出实训报告。

1.3 实训的考核与评分

电工电子实训是一项基本的技能训练，也是培养学生素质教育的一个重要的手段。实训指导教师评分时应综合学生实训的各项成绩、实训的态度、知识水平和纪律等各方面，给出总的实训成绩，一般分为：优、良、中、及格、不及格等五类，并记入总的成绩单中。

电工电子实训考核与评分由以下三部分组成：

(1) 实训表现、实训内容与实训报告共计为 70% 学生的实训表现非常重要，它是保证整个实训顺利进行的保证，因此，应结合实训表现对学生的实训内容以及实训报告进行相应的评分。

(2) 实训理论部分计为 20% 在实训过程中所涉及的理论知识作为考核内容。

(3) 安全文明生产以及纪律卫生共计为 10%。

第 2 章 电工基础知识

[教学目标]

- 了解电对人体的伤害；
- 了解人体触电的原因、形式及预防；
- 掌握触电的急救知识；
- 了解电气火灾与防雷知识。

电能是一种很好的能源，电能由发电厂生产出来，再由输送、分配等环节传输到用户手中。而电能本身是看不见、摸不到的东西，它存在着巨大的危险性。如果不能正确地使用电能，就会使人身受到伤害。所以如何正确使用电能，是我们需要学习和掌握的。

2.1 安全用电基础知识

2.1.1 电对人体的伤害

电对人体的伤害分电击和电伤两种类型。电流通过人体所造成的内伤称为电击；电流通过人体外部表皮造成的局部伤害，称为电伤。电流对人体的伤害程度与通过人体电流的大小、电流流过人体的途径、电流通过人体的时间、电流的种类、交流电的频率及触电者的健康状况等因素有关。

2.1.1.1 伤害程度与电流大小的关系

通过人体的电流越大，人体受伤害程度越深。当人触电时，会伴随有麻刺感、痉挛、麻痹等现象，而人体触电死亡的主要原因是电流引起心室颤动或窒息造成的，人体对触电电流的反应见表 2-1。

表 2-1 人体对触电电流的反应

触电电流 /mA	人体触电时的反应(50~60Hz 交流电)	触电电流 /mA	人体触电时的反应(50~60Hz 交流电)
0.6~1.5	触电部位有微麻刺感	20~25	迅速麻痹，全身剧痛，呼吸困难，不能摆脱电源
2~3	触电部位有强烈的麻刺感	50~80	呼吸器官麻痹，心脏震颤
5~7	触电部位有肌肉痉挛现象	90~100	呼吸器官麻痹，持续 3s 左右，心脏停止跳动
8~10	触电部位感到剧痛，难以摆脱电源，但能摆脱电源		

通过上表可知：成年男性的平均感知电流为 1.1mA，成年女性约为 0.7mA；成年男性的平均摆脱电流约为 16mA，成年女性约为 10.5mA；成年男性的最小摆脱电流约为 9mA，成年女性的最小摆脱电流约为 6mA。

2.1.1.2 伤害程度与电流流过人体途径的关系

- (1) 电流从脚到脚流过是受伤害程度最小的途径。
- (2) 电流从手到手流过是受伤害程度较大的途径。

(3) 电流从左手到胸部，途经心脏且途径最短，是最危险的途径。

(4) 电流通过中枢神经会引起中枢神经严重失调而导致死亡。

2.1.1.3 伤害程度与电流通过人体时间的关系

通电时间越长，能量积累越多，而人体电阻因出汗、受损伤等原因而降低，使流过人体的电流增加，使触电伤害程度增强。

2.1.1.4 伤害程度与电流种类、交流电的频率的关系

(1) 直流电流对人体的伤害

直流电流与交流电流相比对人体伤害程度较轻，如表 2-2。

表 2-2 人体对直流电流的反应

触电电流 /mA	人体触电时的反应(直流电)	触电电流 /mA	人体触电时的反应(直流电)
0.6~1.5	触电部位没有感觉	20~25	触电部位出现肌肉痉挛现象
2~3	触电部位没有感觉	50~80	肌肉疼痛加剧,触电部位肌肉痉挛,呼吸困难
5~7	触电部位有刺痛感、灼热感	90~100	呼吸器官麻痹
8~10	触电部位感到灼热增加		

(2) 高频电流对人体的伤害

由于交流电流的频率不同，对人体的伤害程度也不同。25~300Hz 交流电对人体的伤害最严重；频率在 1000Hz 以上时，伤害程度将减轻，但高压高频电流仍有电击致命的危险。

(3) 冲击电流和静电电荷对人体的伤害

雷电、静电都可以产生冲击电流，能引起人体强烈的肌肉收缩，给人以冲击的感觉；静电电荷对人体的伤害也会随着静电能量的增大而加剧。

2.1.1.5 伤害程度与触电者健康状况的关系

由于触电者健康状况的不同，对电流的敏感程度以及危险程度都不相同：女性对电流比男性敏感，女性的感知电流和摆脱电流比男性低；小孩的摆脱电流更低，触电时比成人危险；触电者患有心脏病时，受伤害程度比健康人严重。

2.1.2 触电的原因、形式及其预防

2.1.2.1 触电的原因

在工农业生产和日常生活中，不同场合下引起触电的原因也不一样。触电现象按其原因可分为直接接触和间接触电两种。直接接触是指人体直接接触或过分接近带电体而触电；间接触电是指人体触及正常时不带电，而发生故障时才带电的金属导体。根据生产、生活中所发生的触电事故，将触电原因归纳为以下几类。

(1) 线路架设不合要求

室内、外线路对地距离、导线之间的距离小于允许值；室内导线破旧，绝缘损坏或敷设不合要求容易造成触电或碰线短路引起火灾；通信线、广播线与电力线距离过近或同杆架设，如遇断线或碰线时电力线电压传到这些设备上引起触电；电气修理工作台布线不合理，绝缘线被电烙铁烫坏引起触电；有的地区为节省电线而采用一线一地制等。

(2) 电气操作制度不严格

带电操作时未采取可靠的安全措施；救护触电者时不采取安全保护措施；不熟悉电路和电器盲目修理；停电检修时，闸刀上未挂警告牌，其他人员误合闸造成触电事故；使用不合格的安全工具进行操作；无绝缘措施而与带电体过分接近；在架空线上操作时，不在相线上加临时接地线；无可靠的防高空跌落措施等。

(3) 用电设备不合要求

电烙铁、电熨斗等电器设备内部绝缘损坏，金属外壳无保护接地措施或接地线接触不良；开关、灯具、携带式电器绝缘外壳破损或相线绝缘老化，失去保护作用；开关、熔断器误装在中性线上，使整个线路带电而触电等。

(4) 用电不谨慎

违反布线规程，在室内乱拉电线，在使用中不慎造成触电；换保险丝时，随意加大规格或用铜丝代替铅锡合金丝；在电线上或电线附近晾晒衣物；在高压线附近打鸟、放风筝；未切断电源就去移动灯具或家用电器；用水冲刷电线和电器，或用湿巾擦拭，引起绝缘性能降低而漏电，造成触电事故等。

2.1.2.2 触电的形式

按人体触及带电体的形式分为以下几种，如图 2-1 所示。

(1) 单相触电

单相触电是指人站在地上或其他接地体上，而人体的某一部分触及带电体，电流由相线经人体流入大地。在低压三相四线制中性线接地的系统中，单相触电的电压为 220V，流过人体的电流足以危及生命。

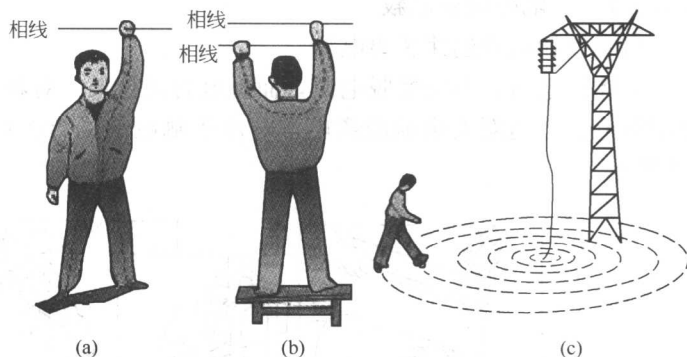


图 2-1 触电的基本形式

(a) 单相触电 (b) 两相触电 (c) 跨步电压触电

(2) 两相触电

两相触电是指人体两处同时触及两相带电体，电流由一根相线通过人体流到另一根相线上，加于人体的电压为线电压 380V。无论电网中性线是否接地，人体所承受的线电压均比单相触电时要高，危险性更大。

(3) 跨步电压触电

当电气设备绝缘损坏而使外壳带电，电流由设备外壳流入大地，向四周扩散，在导线接地点及周围形成强电场，其电位分布是以接地点为圆心向周围扩散，形成电位差。一般距离接地体 20m 远处电位为零，如果人站在设备附近地面上，两脚站在不同点上，两脚之间的电压称为跨步电压。跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置等因素有关。

2.1.2.3 预防触电的措施

(1) 预防直接接触电的措施

1) 绝缘措施 指用绝缘材料将带电体封闭起来的措施。常用的电工绝缘材料有陶瓷、玻璃、云母、橡胶、木材、布等。

2) 屏护措施 指用屏护装置将带电体与外界隔绝的措施。常用的屏护装置有遮栏、护

罩、护盖、栅栏等。

3) 间距措施 指带电体与地面之间,带电体与带电体之间,带电体与其他设备之间保持的安全距离。安全距离的大小取决于电压的高低、设备的类型、安装的方式等因素。

(2) 预防间接接触的措施

1) 加强绝缘措施 指对电气线路或设备采取双重绝缘措施。采取这样的措施,不易损坏,即使工作绝缘损坏,还有一层加强绝缘,防止间接接触电的发生。

2) 电气隔离措施 指采用隔离变压器或具有同等隔离作用的发电机,使电气线路和设备的带电部分悬浮状态的措施。即使工作绝缘损坏,人站在地上与之接触也不会发生触电事故。

3) 自动断电措施 指带电线路或设备发生触电事故,能在规定时间内自动切断电源起保护作用的措施。如漏电保护、过流保护、过压保护、欠压保护、短路保护、接零保护等。

2.1.3 触电的急救

采取有效的预防措施,会减少触电事故,但避免不了事故的发生。一旦触电事故发生,掌握正确的急救知识,就能使触电者得到有效的救护。

2.1.3.1 触电的现场急救

(1) 使触电者迅速脱离电源

人体触电后,不能摆脱电源,而触电时间越长,对触电者的伤害就越大。所以首要任务是使触电者迅速而安全地脱离电源。由于触电的场合不同,脱离电源的方式也不同,如图 2-2 所示。

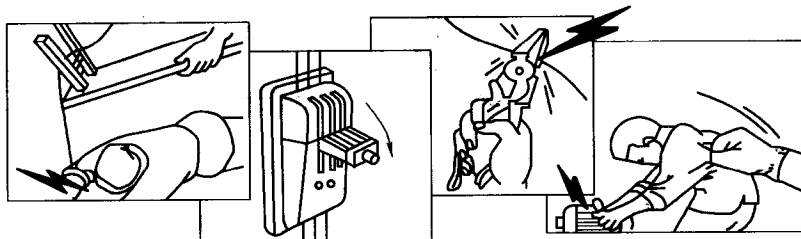


图 2-2 急救

1) 对低压触电事故,应迅速切断电源开关,拔去电源插头等,把触电者从触电现场移开。

2) 如果触电现场远离开关或不具备关断电源的条件,若触电者穿的是宽松而且干燥的衣服,那么救护者可站在一块干燥的木板上,用一只手抓住触电者衣服将其拉离电源,但不能触及触电者的皮肤;或救护者可用手边的刀、斧、电工钳等带绝缘柄的工具,从电源来电的方向砍断电源。

3) 对于相线与大地之间发生的触电事故,可用干燥绳索将触电者移开或用干燥木板将触电者与地面隔开,暂时切断电源,然后再设法关断电源。

4) 若救护者有绝缘线,可将一端接地,另一端接在触电者接触的带电体上,使该相电源对地短路,使电路自动跳闸,切断电源。

5) 对于高压触电事故,应通知供电部门停电,或穿上绝缘靴、戴上绝缘手套在确保救护者安全的情况下救护。

(2) 对症实施急救

使触电者脱离电源后,要根据触电者不同的情况,采取急救方法救治。

1) 触电者神智清醒,只感到心慌、头昏、出冷汗、恶心、呕吐等,应将其移到空气畅通的地方静卧,减轻心脏负担。

2) 触电者神智有时清醒有时昏迷,应将其移到通风处静卧,通知医务人员前来救治,要注意病人体温。

3) 触电者已失去知觉,但呼吸、心跳正常,在迅速请医务人员的同时将其移到通风的地方平卧,若天冷应注意保温。如果触电者出现呼吸困难等现象,应立即进行人工呼吸,并送往医院救治。

4) 触电者已失去知觉,呼吸、心跳都停止,应立即对其实施口对口人工呼吸和胸外心脏挤压进行救治。进行急救的时间可能较长,但不能间断,必须连续进行,直到有医务人员来替换。

2.1.3.2 口对口人工呼吸法

人工呼吸法是触电者呼吸停止后应用的方法,人工呼吸方法很多,其中最有效的是口对口人工呼吸法。其方法是用人工方法使气体有节律地进入肺部,再排出体外,使触电者获得氧气,排出二氧化碳,人为地维持呼吸功能。其操作步骤为:

① 将触电者仰卧,使头部尽量后仰(不要枕头)。迅速解开触电者的衣扣、紧身衣服等,使胸、腹部可以自由扩张。再将颈部伸直,掰开嘴,清除口腔中的脏物、假牙等杂物。如果舌头后缩,应拉出舌头,使呼吸道畅通。

② 救护者位于触电者一侧,一只手抬高触电者下颌,使其口张开,另一只手捏住触电者的鼻子,保证吹气时不漏气,如图 2-3 所示。

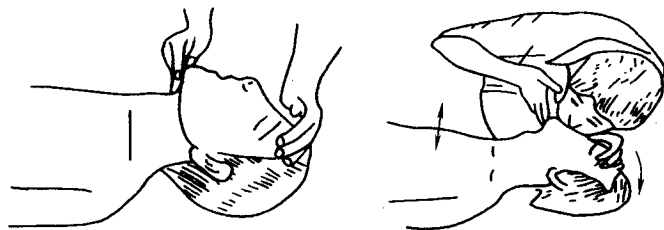


图 2-3 口对口人工呼吸法

③ 操作者用中等度深呼吸,把口紧贴触电者的口,缓慢而均匀地吹气,使触电者胸部扩张。同时要观察触电者的胸部,胸部起伏过大,说明吹气太多,容易把肺泡吹破;胸部起伏过小,则效果不佳。

④ 吹气后救护者要换气时,应立即离开触电者的嘴,同时放开捏紧的鼻孔,让触电者自动向外呼吸,这时要观察触电者胸部的复原情况,有无呼气声,检查呼吸道是否阻塞。

⑤ 按上述步骤反复进行,对成年人每分钟吹气 12~16 次,大约吹气 2s,呼气 3s,5s 一个循环。对儿童每分钟吹气 18~24 次,不必捏紧鼻孔,让一部分空气漏掉,并注意不可用力使其胸腹过分膨胀,防止吹破肺泡。

⑥ 当触电者的嘴不能掰开时,可改为捏紧他的嘴对鼻孔进行吹气。方法同上,只要用一只手封住嘴以免漏气。当触电者自己开始呼吸时,人工呼吸可以停止。

2.1.3.3 胸外心脏挤压法

当触电者心脏停止跳动时,一般采用胸外心脏挤压法进行急救。心脏挤压是有节律地按压胸骨下部,间接压迫心脏,排出血液,然后突然放松,让胸骨复位,心脏舒张,接受回流

血液，用人工维持血液循环，如图 2-4 所示。

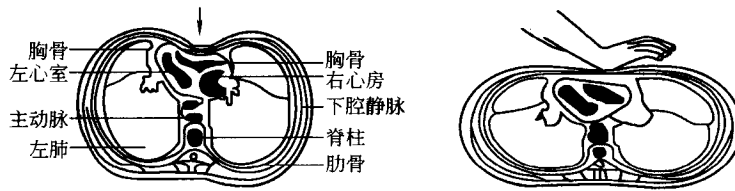


图 2-4 胸外心脏挤压解剖示意（横切面）

胸外心脏挤压法的操作步骤为：

① 将触电者衣服解开，仰卧在硬板上或地面上，背部着地稳固，不能卧在软床上或垫上厚软物件，否则会抵消挤压效果。

② 救护人员跪在触电者腰部一侧，或骑在触电者身上，一只手的中指尖放在触电者颈部凹陷的下边缘，手掌的根部就是压胸位置。如图 2-5 所示，然后两手相叠。



图 2-5 掌根压胸，位置
在心口窝的稍上方

③ 压胸的一只手，在预备时略弯，然后均衡用力，连同身体重量向脊柱方向挤压，使胸部下陷 3~4cm，使心脏血液被挤出。然后手掌迅速放松，依靠胸廓的自身弹性复位，使血液流回心脏。注意这时手掌不要离开胸部，再进行下一次挤压，如此循环下去，成年人每分钟约 60 次，儿童每分钟挤压 90~100 次。

④ 挤压时注意用力不要太猛，以免造成肋骨骨折等危险，对于儿童一只手即可。同时要触摸大动脉是否有脉搏。如果没有脉搏，应加大挤压力度，减慢挤压速度。

若触电者心跳、呼吸都停止时，应同时进行胸外心脏挤压法和口对口人工呼吸法。如果有两个救护者，可以一个负责心脏挤压，另一人负责对口吹气，操作时心脏挤压 4~5 次，再吹气一次。如果只有一个救护者，操作时可先对触电者吹气 2 次，再挤压 15 次，如此反复进行。当肺部充气时，不应按压胸部，以免损伤触电者的肺部。触电的急救必须坚持，如果触电者的呼吸和心跳恢复正常，可以停止急救工作。如不能维持正常的呼吸和心跳，必须现场附近就地进行抢救，尽量不要搬动，以免耽误抢救时间。如果必须搬动，抢救工作不能中断，直到医务人员来抢救为止。

2.1.4 安全电压与安全技术规程

2.1.4.1 安全电压

(1) 人体电阻

人体流过的电流与触电时的电压和人体电阻有关，人体电阻越大，触电危害程度越小。人体电阻分为内电阻和皮肤电阻。人体的角质层电阻较大，但角质层电阻会随外界条件的不同发生很大变化，使得人体电阻降低，一般在计算人体电阻时可按 1000~2000Ω 考虑。影响人体电阻的因素有：皮肤角质层被破坏变薄、皮肤潮湿、多汗、有损坏、带导电粉尘、接触面积加大、通过人体的电流增加、通电时间长等，这些因素都会使人体电阻降低。

(2) 安全电压

人体承受的电压越低越不会造成人身伤害，为防止触电事故的发生，规定了安全电压。

安全电压指人体不带任何防护装备,对人体各部分组织不会造成伤害的电压。

我国规定的安全电压为 12V、24V、36V 三个等级,适用于不同场所。对于湿度较大、潮湿、狭窄的空间等场所,如锅炉内、矿井内、隧道内等场所使用的手提照明,应采用 12V 的安全电压。对于手提照明、危险场所的局部照明,若没有安全措施应采用 24V 或 36V 的安全电压。

世界各国对安全电压的规定也不相同,有 24V、25V、36V、40V、50V。国际电工委员会也规定了安全电压,安全电压值为 50V、25V 两级,该规定是以人体允许电流和人体电阻的乘积为依据的。

(3) 安全用具

电工的安全用具是指用来保护电工人身安全的用具,是保证电工安全地进行电气工作必不可少的工具。常用的有绝缘手套、绝缘靴、绝缘棒等。

1) 绝缘手套 绝缘手套是由绝缘性能好的特种橡胶制成,可使人的两手与带电体之间绝缘,防止触电。绝缘手套的规格有 12kV 和 5kV 两种。使用前要检查外观有无破损、穿孔等问题。如图 2-6 所示。

2) 绝缘靴 绝缘靴也是由绝缘性能好的特种橡胶制成,其作用是使人体与地面之间绝缘,防止试验电压范围内的跨步电压触电,绝缘靴只能作为辅助安全用具。绝缘靴有 20kV 绝缘短靴、6kV 矿用长筒靴和 5kV 绝缘鞋。如图 2-7 所示。

3) 绝缘棒 一般用电木、胶木、塑料环氧玻璃布棒(管)等制成,用于操作高压跌落式熔断器、单极隔离开关及装卸临时接地线等,如图 2-8 所示。



图 2-6 绝缘手套



图 2-7 绝缘靴

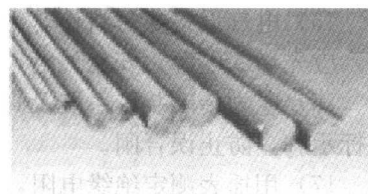


图 2-8 绝缘棒

使用时的注意事项:

- ① 操作前,应保持绝缘棒表面的清洁、干燥。
- ② 操作时,应带绝缘手套,穿绝缘靴或站在绝缘垫上,手握的部位不得越过隔离环,并定期作绝缘试验。
- ③ 绝缘的规格型号不可任意选取,应根据不同的线路进行选取。
- ④ 绝缘棒存放时应放置在干燥处,不能与墙或地面接触。

2.1.4.2 安全技术规程

为了保障人身和设备的安全,国家颁发了一系列的规定和规程。对于电工安全操作规程如下:

- 1) 所有绝缘、检验工具,应妥善保管,并应定期检查、校验。
- 2) 现场施工用高压设备及线路,应按施工设计及有关电气安全技术规程安装和架设。
- 3) 线路上禁止带负荷接电或断电,并禁止带电操作。