


实践导向的内容体系
逻辑性为导向、案例教学的组织结构
注重职业素养培养
注重学生创新思维的培养设计

高等职业教育课程改革项目研究成果系列教材
“互联网+”新形态教材

电工技术应用

皮广富 主编

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

高等职业教育课程改革项目研究成果系列教材
“互联网+”新形态教材

电工技术应用

主 编 庞广富
主 审 陶 权
副主编 韦蔚萍 牙源毅 韦 颖
杨 铨 陈治先 潘冬喜
参 编 李可成 梁倍源 刘英佳
庞广胜 唐荣芳



课程学习网站



微课学习资源

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

版权专有 侵权必究

图书在版编目 (C I P) 数据

电工技术应用 / 庞广富主编. -- 北京 : 北京理工大学出版社, 2022. 8

ISBN 978-7-5763-1590-5

I. ①电… II. ①庞… 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 (2022) 第 141566 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68944723 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 河北盛世彩捷印刷有限公司

开 本 / 787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张 / 19

字 数 / 435 千字

版 次 / 2022 年 8 月第 1 版 2022 年 8 月第 1 次印刷

定 价 / 54.00 元

责任编辑 / 张鑫星

文案编辑 / 张鑫星

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 施胜娟

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言

本书根据2017年国务院印发《关于加强和改进新形势下高校思想政治工作的意见》，指出“充分发掘和运用各学科蕴含的思想政治教育资源，健全高校课堂教学管理办法”为教材指导方针，充分应用思想政治教育贯穿整个教材。

同时根据教育部《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》，以及《教育部关于“十二五”职业教育教材建设的若干意见》（教职成〔2012〕9号）要求，配合《高等职业学校专业教学标准（试行）》贯彻实施，按“项目为载体，任务引领，行动导向”的职业教育教学理念而编写的。同时该教材充分利用现代信息技术通过“线上-线下-线上、课前-课中-课后、传授-内化-再内化”等阶段教学过程实践，完成知识传授与知识内化的重心翻转，同时实现开放性在线学习和信息监控，改变现有“以教师为中心”的教学模式，实现真正意义上的基于“以学生为中心”的项目一体化职业教育课程教学。

本书采用活页式教材的模式设计，在内容设计上考虑了学生胜任职业岗位所需的知识和技能，直接反映职业岗位或职业角色对从业者的能力要求，以工作中实际应用的经验与策略的习得为主，以适度的概念和原理的理解为辅，依据职业活动体系的规律，采取以工作过程为中心的行动体系，以项目为载体，以工作任务为驱动，以学生为主体，做、学、教一体的项目化教学模式，在内容安排和组织形式上做了新的尝试，突破了常规按章节顺序编写知识与训练内容的结构形式，以工程项目为主线，按项目教学的特点分三个部分组织教材内容，方便学生学习和训练。

全书共分为七个项目，每个项目设有多个模块，并配有十五个技能训练和一定量的思考与练习题，以供学生复习、巩固所学内容。本书的编写工作是在全国化工名师——广西工业职业技术学院陶权教授指导下进行展开的。由广西工业职业技术学院庞广富、杨铨、韦蔚萍、韦颖、牙源毅和广西制造职业技术学院陈治先、广西建设职业技术学院潘冬喜老师以及广西建机培训部主任庞广胜工程师、广西玉柴重工“广西工匠”刘英佳工程师一起编写。全书由庞广富通稿并修改。广西工业职业技术学院何琳教授给予信息化课件技术支持。

在编写本书的过程中，编写参阅和引用相关的技术资料，在此向其作者表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，书中不妥、疏漏之处在所难免，恳请读者给予指正或者提出修改意见。

编者

目录

项目 1 安全用电、电工工具及测量仪表的使用	(1)
模块 1.1 安全用电知识及触电急救	(1)
工作任务 人工急救心肺复苏考核	(11)
模块 1.2 电气的防火与防雷	(13)
模块 1.3 常用电工工具和电工材料的使用	(17)
模块 1.4 导线连接与绝缘的恢复	(23)
工作任务 导线连接与连接后的绝缘恢复	(31)
模块 1.5 万用表的工作原理及使用	(33)
工作任务 万用表的使用考核	(43)
单元测试题	(47)
项目 2 直流电路的分析	(51)
模块 2.1 认识直流电路	(51)
模块 2.2 电阻、电感和电容元件	(63)
模块 2.3 电阻串联、并联	(67)
工作任务 电阻串并联测试	(73)
模块 2.4 混联电路的分析方法	(75)
工作任务 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	(81)
模块 2.5 基尔霍夫定律应用	(83)
工作任务 验证基尔霍夫定律	(89)
模块 2.6 叠加定理的应用	(91)
模块 2.7 戴维南定理的应用	(95)
单元测试题	(99)



项目 3 单相交流电路的分析	(103)
模块 3.1 正弦交流电的概念	(103)
工作任务 两地开关独立控制同一盏灯电路设计与安装	(109)
模块 3.2 正弦交流电的表示方法	(111)
模块 3.3 纯电阻、纯电感、纯电容交流电路分析	(115)
模块 3.4 RLC 串联交流电路分析	(123)
模块 3.5 RLC 并联交流电路分析	(129)
模块 3.6 谐振电路的分析	(135)
模块 3.7 交流电的功率及功率因数的提高	(143)
工作任务 日光灯电路的安装及功率因数的提高	(149)
单元测试题	(151)
项目 4 三相电路的分析与测量	(155)
模块 4.1 三相交流电源分析	(155)
工作任务 三相交流负载星形、三角形测量	(161)
模块 4.2 三相负载的连接	(165)
模块 4.3 三相交流电路的功率计算	(171)
工作任务 低压配电箱线路安装	(177)
模块 4.4 电气设备的保护接地和保护接零	(181)
单元测试题	(191)
项目 5 磁路与变压器的工作原理及特性测试	(195)
模块 5.1 认识磁路	(195)
模块 5.2 变压器的基本结构分析	(203)
工作任务 变压器初次级绕组的判别及同名端的测定	(211)
模块 5.3 单相铁芯变压器特性分析	(213)
工作任务 变压器特性测试	(217)
模块 5.4 特种变压器应用	(221)
单元测试题	(225)
项目 6 三相异步电动机的工作原理及基本控制	(229)
模块 6.1 常用低压电器	(229)
模块 6.2 电动机结构分析与维护	(243)
工作任务 三相异步电动机绕组首尾端的判别	(259)

模块 6.3 三相异步电动机点动与长动控制	(263)
工作任务 电动机点动及长动控制线路安装	(265)
模块 6.4 电动机正反转控制	(269)
工作任务 电动机正反转电路安装	(273)
单元测试题	(277)
项目 7 电路的暂态分析	(281)
模块 7.1 初始值与稳态值分析	(281)
模块 7.2 RC 、 RL 串联电路的过渡过程分析	(285)
工作任务 电容充放电测量	(291)
单元测试题	(293)
参考文献	(295)

项目 1

安全用电、电工工具及测量仪表的使用

模块 1.1 安全用电知识及触电急救



学习目标

1. 认识电的常识。
2. 掌握安全用电常识，学会安全用电。
3. 掌握触电急救技能。
4. 认识电的标志。



安全用电



建议学时

4 学时



思政学习

安全第一，预防为主

随着我国社会主义经济体制改革的不断深入和社会主义市场经济制度的不断向前推进，我国国民经济呈现出高速稳定的发展态势。电的应用也越来越广泛，给生活和生产带来很大方便，同时也存在一定的安全隐患。在用电过程中，必须特别注意用电安全，麻痹或疏忽都可能造成触电事故或者重大损失。



理论知识

1.1.1 安全用电常识

人体接触或接近带电体，而引起受伤或死亡的现象称为触电。

按人体受伤害的程度，触电可分为电伤和电击两种。电伤是指人体外部受伤，如电弧灼伤，与带电体接触后的皮肤红肿，大电流下熔化金属飞溅烧伤皮肤等。电击则是指人体内部器官受损伤的现象。电击是电流流过人体而引起的，人体常因电击而死亡，是最危险

的触电事故。电击伤人的程度，与流过人体电流的频率、电压的高低、电流流经的途径、持续时间长短以及触电者本身的健康状况有关。实践证明，频率为 25~300 Hz 的电流最危险，随着频率的增加，危险减小。人体通过 1 mA 的工频电流，就有针刺的感觉，电流大于 30 mA，就会有生命危险，50 mA 的工频电流则足以致人死亡。电流通过心脏和大脑易发生死亡事故，所以头部触电或左手到右脚触电最危险。人体通电时间越长，危险性越大。

1. 电流对人体伤害的相关因素

1) 通过人体电流的大小

根据电击事故分析得出：当工频电流为 0.5~1 mA 时，就有麻或刺痛的感觉；当电流增至 8~10 mA 时，针刺感、疼痛感增强发生痉挛而抓紧带电体，但尚能自主摆脱带电体；当接触电流达到 20~30 mA 时，会使人迅速麻痹不能摆脱带电体；当电流为 50 mA 时，就会使人呼吸麻痹，心脏颤动甚至停止。通过人体电流越大，人体生理反应越强烈，病理状态越严重，致命的时间就越短。

2) 通电时间的长短

电流通过人体的时间越长后果越严重，50 mA 电流流经心脏 1 s 可造成心脏停止跳动。

3) 电流通过人体的途径

当电流通过人体的内部重要器官时，例如通过头部，会破坏脑神经，使人死亡；通过脊髓，会破坏中枢神经，使人瘫痪；通过肺部会使人呼吸困难；通过心脏，会引起心脏颤动或停止跳动而死亡。这几种伤害中，以心脏伤害最为严重。事故案例得出：通过人体途径最危险的是从手到脚，其次是从手到手、从脚到脚。

4) 电流的种类

电流可分为直流电、交流电。交流电可分为工频电和高压电。这些电流对人体都有伤害，但伤害程度不同。人体忍受直流电、高压电的能力比工频电强。所以，工频电对人体的危害最大。

5) 触电者的健康状况

电击的后果与触电者的健康状况有关。根据案例显示，肌肉发达者、成年人比儿童摆脱电流的能力强，男性比女性摆脱电流的能力强。电击对患有心脏病、肺病、内分泌失调及精神病等患者触电死亡率最高。电流对人体的作用如表 1-1 所示。

表 1-1 电流对人体的作用

电流/mA	50 Hz 交流电表现特征	直流电表现特征
0.6~1.5	手指开始感觉麻	没有感觉
2~3	手指感觉强烈麻	没有感觉
5~7	手指感觉肌肉痉挛	感到灼热和刺痛
8~10	手指关节与手掌感觉痛，手已难以脱离电源，但仍能摆脱电源	灼热增加
20~25	手指感觉剧痛，不能摆脱电源，呼吸困难	手的肌肉开始痉挛
50	呼吸、心跳停止	强烈灼痛、手的肌肉开始痉挛、呼吸困难

2. 触电原因及方式

常见的触电原因有三个方面：

(1) 缺乏电气知识，如用潮湿的手去开关电灯。接触电器或者发现有人触电时，不去迅速拉断电源，直接去拉触电者而造成触电。

(2) 违章操作、违章指挥而冒险进行操作，结果酿成触电事故。

(3) 导线或电气设备的绝缘老化或破损，造成漏电，人体触碰时造成触电事故。触电有两种，单相触电和两相触电。

如图 1-1 (a) 所示，在三相四线制配电中，触及一根相线的触电称为单相触电。这时人体处在相电压下，这是最常见的触电形式。

在三相三线制的配电线路中，没有中性线，输电线与大地之间存在电容，触及任一相线时能形成单相触电，如图 1-1 (b) 所示。

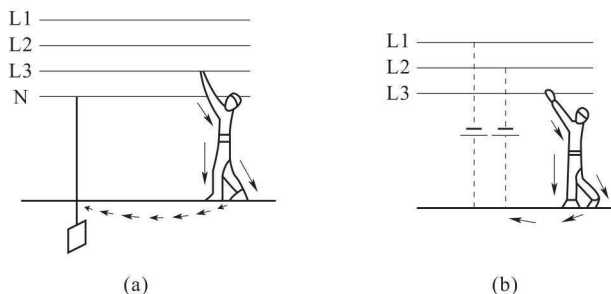


图 1-1 单相触电

(a) 三相电源中性点接地；(b) 三相电源中性点不接地

在三相电路中若人体与两根相线接触，图 1-2 所示为两相触电，此时，人体在线电压作用下，危险性变大。

另一种触电方式是与正常工作的不应带电的金属部分接触而触电。例如，电动机金属外壳。由于定子绕组绝缘损坏，漏电绕组与外壳相碰，人体触及电动机金属外壳时，会使人体触电，如图 1-3 所示。

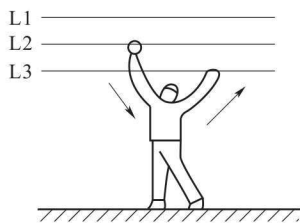


图 1-2 两相触电

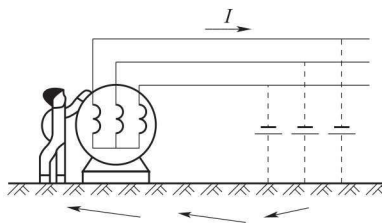


图 1-3 人体触及漏电金属外壳触电

除上述两种触电情况外，还有高压电弧触电和跨步电压触电。高压电弧触电是人体接近高压带电体时，由于两者电位差很大而引起电弧，使人触电伤亡。

当高压线破断落地时，以高压线为中心在其周围形成一个强电场，如图 1-4 所示。当人或牲畜走入断线点 8 m 以内的电场时，由于前后脚之间有较高的电压引起触电，这种触电称为跨步触电。

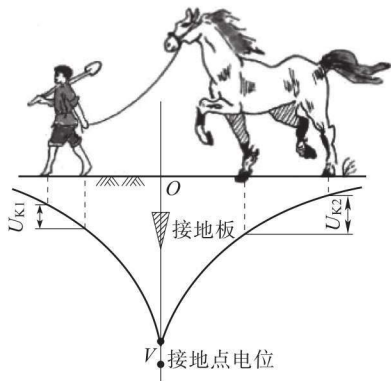


图 1-4 跨步触电

3. 安全用电措施

安全用电的基本原则是不接触带电体，不靠近高压带电体。常用的安全用电措施如下：

(1) 火线必须进开关。

在开关处于分断状态时，用电器不带电，有利于维修和避免触电。

(2) 合理选择照明电压。

一般工厂和家庭照明选用 220 V 电压供电。机床照明决不允许选用 220 V 电压供电，而应选 36 V 以下电压供电。

(3) 合理选择导线和熔丝。

导线通过电流时，不允许超载运行，选择导线时应有一定的电流预留值。而熔丝在电路中起短路保护作用，在发生短路故障时熔丝能迅速熔断，应选择合适的熔丝来作短路保护。

(4) 电气设备应有一定的绝缘电阻。

电气设备金属外壳与带电部分之间必须有一定的绝缘电阻，否则当人体触及正在工作的电气设备（如电动机、电风扇）的金属外壳时就会触电。通常要求固定电气设备的绝缘电阻不应低于 1 MΩ，可移动的电气设备绝缘电阻应大于 1 MΩ。

(5) 电气设备的安装要正确。

电气设备应根据安装说明书进行安装。带电部分应加防护罩，高压带电体更应有效防护，使一般人无法靠近高压带电体，必要时应加联锁装置以防触电。

(6) 采用各种保护用具。

如绝缘手套、绝缘鞋、绝缘钳、棒、垫等，以保证工作人员安全操作。

(7) 正确维修操作流程。

安装和维修电路及电器时，要断开电源，并用验电笔检验确实无电后才可进行。必要时，可在断开的电源开关处留人值守或安放“有人工作，禁止合闸”的标牌。操作人员应踩在木板或木凳等绝缘物上或穿好绝缘鞋。

(8) 严禁违章冒险。

一般不允许带电操作，紧急情况需带电工作时，在采取安全措施、并在有经验的人员监护下方可作业。当发现有人触电并未脱离电源时，严禁触及触电者。

1.1.2 触电急救

凡遇到触电者，救护人员要采取最快的办法使触电者迅速脱离电源。如果距离电源开关或插座较近，当立即切断电源或者用干燥的竹竿或木棒打掉带电体使触电者脱离电源；救护者也可用绝缘钳或戴绝缘手套、穿绝缘鞋将触电者拉离电源，千万不能赤手去拉触电者！

在触电者脱离电源后，应立即进行现场紧急救护并及时报告医院。当触电者还未失去知觉时，应将他抬到空气流通的地方休息，不能让他乱走乱动。当触电者出现心脏停搏、无呼吸等假死现象时，应在现场采用人工呼吸或胸外按压法进行抢救，决不能给休克者注射强心针剂。

1. 使触电者尽快脱离危险的方法

1) 拉闸断电

拉开控制电源的开关或拨下熔断器盖，使电路中断，如图 1-5 (a) 所示。

2) 挑线断电

用木棒或其他绝缘工具挑电源线，使其离开触电者，如图 1-5 (b) 所示。

3) 断线断电

用带绝缘柄套的钢丝钳、木柄刀、镐、锹等工具掐断或砍断压在或绕在触电者身上不易用其他方法轻易拿脱的电源线，如图 1-5 (c) 所示。

4) 移动人体脱离电源

救援人员对地绝缘或穿戴好绝缘用品（绝缘手套和绝缘鞋等）去拉触电者使其脱离电源，如图 1-5 (d) 所示。

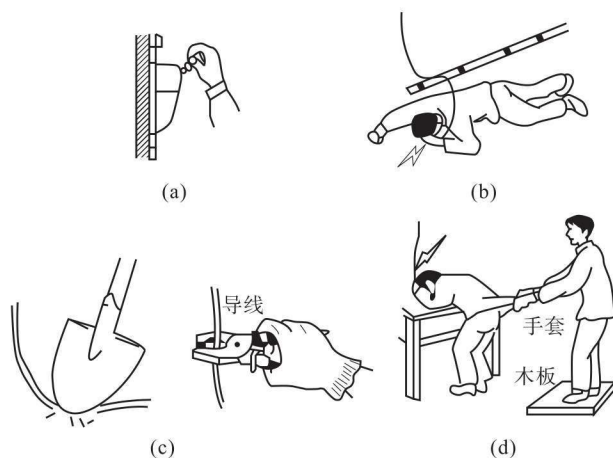


图 1-5 几种使触电者脱离电源的方法

(a) 拉闸断电；(b) 挑线断电；(c) 断线断电；(d) 移动人体脱离电源

2. 现场急救方法

使触电者脱离电源后，应尽快就地抢救，不应消极地等待医生，而应在抢救的同时派人去请医生或拨打急救电话“120”或“110”，并做好送触电者去医院的准备工作。现场抢救人员应熟悉以下抢救知识：

1) 触电者未失去知觉的抢救措施

触电者神志尚清醒，只是心悸、头晕、出冷汗、恶心、呕吐、四肢发麻或全身无力，甚至虽一度昏迷但未失去知觉，应让其在通风处静卧休息，同时派人去请医生或准备去医院的用具，发现病情恶化时，尽快送医院抢救。

2) 对失去知觉但心肺仍工作的触电者的抢救措施

应使其平卧，解开衣服以利呼吸，同时与医院联系并做好去医院的准备，在必要时尽

快送医院抢救。在此期间应随时观察其心跳及呼吸的情况。

3) 人工呼吸操作方法及注意事项

对呼吸停止的触电者，可采用人工呼吸的方法使其恢复。人工呼吸是一项用途广泛的急救方法，掌握好此项技能十分有用。

人工呼吸的方法有多种，其中最简单易行又效果好的是口对口人工呼吸法。其操作步骤及注意事项如下：

(1) 将触电者口腔中杂物清除干净后，使其仰卧并将头后仰，解开衣扣、裤带和紧身衣，使其呼吸通畅，如图 1-6 (a) 所示。

(2) 救护人员位于触电者头部一侧。用一只手捏紧其鼻孔，保持不漏气；另一只手将其下颌拉向身体一方，使其口张开，如图 1-6 (b) 所示。

(3) 救护人员深吸一口气后，用嘴紧贴触电者的嘴，向其大口吹气，为时约 2 s，如图 1-6 (c) 所示。

(4) 吹气完毕，立即离开触电者的嘴，并松开捏紧的鼻孔，让触电者靠其自身脑部和肺部的压力，自动呼吸约 3 s。同时应注意倾听其呼气声，观察有无气道梗阻现象，如图 1-6 (d) 所示。

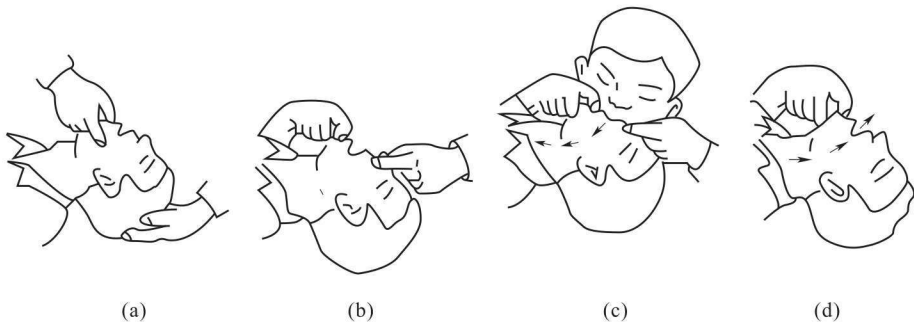


图 1-6 口对口人工呼吸操作过程

(a) 仰卧头后仰；(b) 捏鼻开口；(c) 口对口吹气；(d) 自行呼气

(5) 按上述过程不断反复进行，每分钟 12~16 次，直至触电者能开始自行呼吸时为止。

如遇触电者牙关紧闭，不能使其口张开时，可采用将其嘴封闭、由鼻吹气的方法，即口对鼻法。

4) 体外心脏按压操作方法及注意事项

对心脏停止跳动者，应采用体外心脏按压法使其恢复跳动。其操作步骤及注意事项如下：

(1) 对触电者按上述口对口呼吸法进行安置和处理。

(2) 确定按压部位。胸外心脏按压法首先解开患者衣服露出胸部，选择按压部位，在两乳头之间进行胸外按压，一手掌底部紧贴于胸部按压部位，另一手掌放在手背上，两手平行重叠且手指交叉互握稍抬起，使手臂垂直向下，如图 1-7 (a) 所示。

(3) 抢救者双臂应绷直，双肩中点垂直于按压部位，按压应有规律地进行，不能间断。在过程当中不能进行过重的手法，因为可能会导致骨折。

(4) 以髋关节为支点，利用上身的重力，通过两臂和手掌根加在压于触电者胸部的压点上，如图 1-7 (b) 所示。

触电者为正常成人时，应压陷 30~50 mm，若为瘦弱者或儿童，压力应酌减。

(5) 压到要求程度后，应立即提上身，带动手掌上提（但不要离开触电者胸膛），使触电者胸膛恢复原状。

(6) 以每分钟 100 次的频率均匀压放，若触电者颈动脉跳动（颈动脉位置见图 1-8），则按压有效。重复上述操作，直至触电者心跳恢复为止。

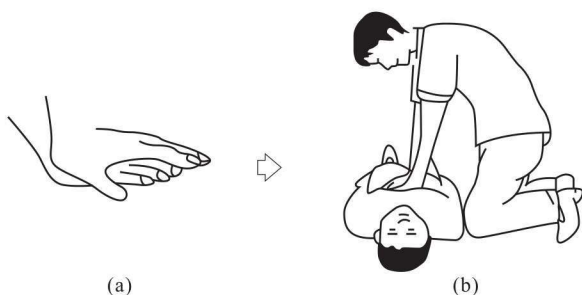


图 1-7 按压式及操作方法

(a) 两手叠放姿势；(b) 按压用力姿势及要求



图 1-8 确定按压部位颈动脉位置

5) 对心跳及呼吸均停止者的抢救方法

对心跳和呼吸均已停止的触电者，应同时对其进行人工呼吸和体外心脏按压。其操作方法如下：

- (1) 单人救护时，以每按压心脏 30 次后，吹气 2 次的周期循环进行。
- (2) 双人救护时，以一人按压 15 次后，再由另一人吹气 2 次的周期循环进行。

6) 现场抢救的其他要求

(1) 在抢救过程中，要每隔数分钟，用看、听、试的方法判定一次触电者的呼吸和心跳情况。每次判定时间不得超过 5 s。

(2) 在医务人员未来接替抢救之前，现场抢救人员不得随意放弃抢救，也不要随意转移触电者。

(3) 应慎用药物。一般不应用药，若用，则必须由医生决定。

1.1.3 常用电气安全标示牌

为了安全生产，特种作业场所设置了很多安全标识，常用电气安全标示牌如表 1-2 所示。

表 1-2 常用电气安全标示牌

名 称	样 式	名 称	样 式
禁止合闸， 线路有人工作	 禁止合闸 线路有人工作	已接地	 接地
禁止合闸， 有人工作	 禁止合闸 有人工作	禁止启动设备	 禁止启动 No starting
在此工作	 在此工作	当心电缆	 当心电缆 Caution cable
从此上下	 从此上下	禁止触摸	 禁止触摸 No touching
从此进出	 从此进出	电力高压设备 禁止靠近	 禁止靠近 No nearing

续表

名 称	样 式	名 称	样 式
止步，高压危险		禁止用水灭火	
禁止操作，有人工作		禁止攀登，高压危险	

想一想 做一做

一、选择题

- 下列电流中数值最大的是（ ）。
 - 感知电流
 - 摆脱电流
 - 致命电流
- 下面电流中对人体伤害最大的是（ ）。
 - 25 Hz 以下的电流
 - 150 Hz 的电流
 - 350 Hz 的电流
 - 1 000 Hz 的电流
- 下面通电途径中对人体伤害最大的是（ ）。
 - 从左手到右手
 - 从左脚到右脚
 - 从左手到胸部
 - 从右手到胸部
- 人体发生触电事故，主要是指（ ）。
 - 人体带了电
 - 人体中有电流流过
 - 人体上有电压
 - 人体中流过的电流超过了一定值
- 小鸟停留在高压线上为什么不触电？（ ）
 - 小鸟的电阻很大，通过导体的电流很小
 - 小鸟的脚是绝缘体
 - 小鸟只停在一根电线上，两脚之间的电压很小
 - 小鸟的天性不会触电



二、问答题

1. 心脏骤停的临床表现:

2. 心脏复苏成功的有效指征: