

❖ 普通高等教育电子信息类规划教材 ❖

电子通信 综合实训教程

COMPREHENSIVE TRAINING
OF ELECTRONIC AND COMMUNICATIONS



李进 赵文来 陈秋妹 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书赠送电子教案
www.cmpedu.com

普通高等教育电子信息类规划教材

本书可作为电子信息类专业及相关专业的教材，也可供从事通信工程工作的工程技术人员参考。

电子通信综合实训教程

本书可作为电子信息类专业及相关专业的教材，也可供从事通信工程工作的工程技术人员参考。

李 进 赵文来 陈秋妹 编著

目录

第一章 绪论	1
第一节 通信系统模型	1
第二节 通信系统的组成	2
第三节 通信系统的性能指标	3
第四节 通信系统的实现	4
第二章 通信系统的基本组成	5
第一节 信源	5
第二节 信道	6
第三节 信宿	7
第四节 中继站	8
第三章 通信系统的性能指标	9
第一节 信源的信息熵	9
第二节 信道的信道容量	10
第三节 信宿的接收性能	11
第四章 通信系统的实现	12
第一节 信源的编码	12
第二节 信道的调制	13
第三节 信宿的解调	14
第四节 中继站的转发	15



机械工业出版社

本书分为两篇,共13章。上篇为电子技术基础部分,主要包括用电安全、焊接技术、常用电子器件、电子测量仪器、印制电路板、模拟电子电路、数字电子系统、通信系统、微波测量等内容。下篇为综合设计部分,主要包括红外线心率计、数字万用表、开关电源、黑白电视机等产品的设计、安装、调试。

本书内容丰富,层次分明,技术性、实用性和可操作性强,注重理论与实践联系,培养学生的工程应用能力。

本书可作为高等院校电子信息、通信工程、电子信息科学与技术及自动化等专业的实训教材,也可作为相关工程技术人员的学习参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电子通信综合实训教程/李进,赵文来,陈秋妹编著. —北京:机械工业出版社,2012.2

普通高等教育电子信息类规划教材

ISBN 978-7-111-37070-3

I. ①电… II. ①李…②赵…③陈… III. ①通信系统—高等学校—教材 IV. ①TN914

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第018057号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:李馨馨 责任编辑:李馨馨

版式设计:霍永明 责任校对:张媛

封面设计:鞠杨 责任印制:李妍

北京振兴源印务有限公司印刷

2012年5月第1版第1次印刷

184mm×260mm·16.25印张·401千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-37070-3

定价:34.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
电话服务 网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版



前 言

编写本书的宗旨是使学生全面掌握电子电路设计知识和技能,在科学实验中提高学生的电路设计能力、实践动手能力、分析和解决问题能力,以及独立工作能力。本书由浅入深地介绍了电子电路及典型实验电路设计,每一部分强调实用性和创新性。在章节结构上做到循序渐进,各章节既保证相对的独立性,又保证前后内容的连贯性。读者可通读全书,也可选读部分章节。本书可用于电子信息、通信工程、电子信息科学与技术及自动化等专业的本科生、大专生等学生的实验教学、电子技术课程设计及毕业设计,此书编写的目的是增强学生的实践创新能力,加速培养创新型人才。

本书注重先进性和实用性,同时概念清楚,系统性强,力求保持电子技术部分完整性,有利于不同层次的读者从不同起点逐步理解和掌握电子技术。本书主要分上篇和下篇,上篇主要包括电子技术基础部分,下篇主要包括综合设计部分。

上篇主要内容如下:

- (1) 安全用电。
- (2) 焊接技术初步。
- (3) 常用电子元器件:重点介绍种类、特性及选用规则。
- (4) 电子测量仪器的基本使用:介绍了电子测量仪器的基本使用,就实验室常用的仪器进行了简单介绍。
- (5) 印制电路板的设计与制作:包括印制电路板基础、印制电路板设计软件等。
- (6) 模拟电路设计部分:就常用的基础模拟实验进行了分析、设计与测试。
- (7) 数字电路系统设计:包括了数字电路系统的组成、数字电路系统的设计步骤、数字电路系统的设计方法、24s 定时器设计、智力竞赛抢答器设计和简易数字频率计内容。
- (8) 通信系统概述:介绍了通信频率的分配、通信系统的模型、调制解调的提出、无线通信系统等内容,重点介绍了常用高频基础实验的设计与测试。
- (9) 微波测量:介绍了微波技术的特点及重要性、低频和微波波段的电路实现的区别、微波测量系统的认识与基础连接、微波测量实验室基础连接和微波实验系统及几个常用的微波实验的测量方法。

下篇主要内容如下:

- (1) 红外线心率计设计:包括 -10V 电源变换电路、血液波动检测电路、放大整形滤波电路、3 位计数器电路、门控电路、译码驱动显示电路组成,内容涉及模拟电路、数字电路等内容。
- (2) 数字万用表的组装与调试:独立完成一台正式数字万用表的焊接、安装、调试,根据数字万用表的技术指标测试数字万用表的主要参数及波形。
- (3) 基于 TL494 的开关电源设计:根据相应的技术指标,设计并制作一个基于 TL494 的开关电源,具有连续可调、输出保护功能。



(4) XL-2008 黑白电视机的组装与调试: 对有条件检测的元器件(电阻、电容、二极管)进行检测, 并能正确地分析其作用。准确地进行焊接和整机装配。正确地进行调试, 对相关电压、电流进行测量, 在每个部分电压、电流正确的基础上接上显像管、扬声器, 能够接收到清晰的电视节目。

本书由李进、赵文来、陈秋妹共同编写。由于编者水平有限, 书中难免错漏之处, 敬请读者指出。

编者



本科电气精品教材推荐

高等院校通信与信息专业规划教材

光纤通信系统第2版

书号: 12293

定价: 25.00 元

作者: 李履信

配套资源: 电子教案

获奖情况: 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

推荐简言:

本书紧密结合光通信的发展,全面系统地介绍了光纤通信系统的构成及下一代光网络的关键技术。本书不仅全面清晰地对光纤通信系统的构成和各部分的工作原理进行了阐述,还对光通信中最新的技术进行了介绍。

数字信号处理 第2版

书号: 15260

定价: 44.00 元

作者: 张小虹

配套资源: 电子教案

获奖情况: 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

推荐简言:

全书以数字信号处理基础知识和基本理论为主线,同时将具有强大计算功能的 MATLAB 软件引入本书。通过经典理论与现代技术的结合,将数字信号处理的知识点叙述得更加通俗易懂。另外,本书紧密联系实际,精选了丰富的练习题。通过课后习题和大量的模拟实验,帮助学生理解、领会教学内容。

通信原理 第2版

书号: 24059

定价: 39.00 元

作者: 沈越泓

配套资源: 电子教案

获奖情况: 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

推荐简言:

本书在模块级、系统级层次上,阐述了通信系统的原理。内容包括:数学基础、信道、模拟通信系统、数字基带信号传输与最佳接收原理、正弦载波数字调制、现代数字调制同步原理和现代数字通信理论与技术等。配有丰富的习题和详尽的解题步骤。

数字电视原理 第2版

书号: 24902

定价: 41.00 元

作者: 卢官明

配套资源: 电子教案

获奖情况: 普通高等教育“十一五”国家级规划教材

推荐简言:

本书介绍了数字电视的基础理论、系统组成、关键技术。包括彩色电视基础知识、数字电视信号的产生、数字音视频压缩编码的基本原理,数字电视中的码流复用及业务信息、信道编码及调制技术、数字电视传输标准、数字电视机顶盒与条件接收系统的组成及工作原理,以及显示器和接口的工作原理、发展现状。

语音信号处理 第2版

书号: 27190

定价: 42.00 元

作者: 赵力

配套资源: 电子教案

推荐简言:

本书介绍了语音信号处理的基础、原理、方法和应用,以及该领域的新的研究成果和技术。本书注重理论联系实际,结合作者多年来在东南大学的教学及科研实践的体会,力求简明、通俗地将这门课程介绍给读者。

现代移动通信 第2版

书号: 30590

定价: 39.00 元

作者: 蔡跃明

配套资源: 电子教案

推荐简言:

本书介绍了现代移动通信的基本概念、原理、技术及典型系统,移动通信工程设计和新技术。内容包括移动通信概述、移动通信信道、组网技术基础、数字调制技术、抗衰落技术、多址接入技术、GSM 移动通信系统、IS95CDMA 移动通信系统、3G 移动通信系统、专用移动通信系统、无线网络规划和移动通信展望。



目 录

前言

上篇 基础部分

第1章 安全用电	1
1.1 触电及其防护	1
1.1.1 触电危害	1
1.1.2 影响触电危险程度的因素	1
1.1.3 触电原因	2
1.1.4 防止触电	3
1.1.5 触电急救	4
1.2 电气火灾与电气消防	5
1.3 用电安全技术简介	6
1.3.1 接地和接零保护	6
1.3.2 漏电保护器	7
第2章 焊接技术初步	9
2.1 焊接的基础知识	9
2.2 常用焊接工具与材料	9
2.2.1 焊接工具	9
2.2.2 装接工具	11
2.2.3 焊接材料	12
2.3 手工焊接技术	13
2.3.1 电烙铁的握法	13
2.3.2 焊锡的基本拿法	13
2.3.3 焊接操作步骤	13
2.4 手工锡焊技术要点	15
2.4.1 锡焊基本条件	15
2.4.2 焊锡操作要领	15
2.5 焊接质量及缺陷	16
2.5.1 对合格焊点的要求	16
2.5.2 焊接质量的外观检查	16
2.5.3 常见焊点缺陷及质量分析	17
2.6 拆焊	19
2.7 工业中常用的焊接技术	19
2.7.1 浸焊	19
2.7.2 波峰焊	19



第3章 常用电子元器件	20
3.1 电阻器	20
3.2 电容器	23
3.3 电感器	25
3.4 二极管	27
3.5 晶体管	29
第4章 电子测量仪器的基本使用	33
4.1 电子测量的内容	33
4.2 电子测量仪器的选择	33
4.3 时域电子测量常用仪器及实际测量应用	33
4.3.1 信号发生器的种类及使用	34
4.3.2 高频信号发生器的使用	38
4.3.3 万用表的使用	41
4.3.4 数字示波器的使用	44
4.3.5 频域电子常用测量仪器及应用	52
第5章 印制电路板的设计与制作	57
5.1 印制电路板基础	57
5.1.1 印制电路板的组成	57
5.1.2 印制电路板的种类	58
5.1.3 印制电路板的安装技术	58
5.2 印制电路板的设计与制作步骤	58
5.2.1 设计原则	59
5.2.2 印制电路板手工设计步骤	62
5.2.3 印制电路板计算机辅助设计步骤	63
5.2.4 印制电路板工业生产工艺简介	63
5.3 印制电路板设计软件	64
5.3.1 Protel 99 SE 简介	64
5.3.2 Protel 99 SE 电路原理图的绘制	64
5.3.3 Protel 99 SE PCB 设计	71
第6章 模拟电子电路设计	75
6.1 晶体管放大器的设计	75
6.1.1 晶体管放大器电路	75
6.1.2 晶体管放大器电路的设计步骤	75
6.1.3 晶体管放大器电路设计举例	76
6.1.4 设计任务	78
6.1.5 电路的安装与性能指标测试	78
6.1.6 实验要求	80
6.1.7 总结与思考	80
6.2 RC 有源滤波器的设计	80
6.2.1 RC 有源滤波器电路	80
6.2.2 RC 有源滤波器电路的设计步骤	81

6.2.3	RC 有源滤波器电路设计举例	86
6.2.4	设计任务	88
6.2.5	电路的安装与性能指标测试	89
6.2.6	实验要求	89
6.2.7	总结与思考	89
6.3	函数发生器的设计	89
6.3.1	函数发生器电路	89
6.3.2	函数发生器电路的设计过程	92
6.3.3	函数发生器电路设计举例	93
6.3.4	设计任务	94
6.3.5	电路的安装与性能指标测试	94
6.3.6	实验要求	95
6.3.7	总结与思考	95
6.4	功率放大器的设计	95
6.4.1	功率放大器电路	95
6.4.2	功率放大器电路的设计过程	98
6.4.3	功率放大器电路设计举例	99
6.4.4	设计任务	100
6.4.5	电路的安装与性能指标测试	100
6.4.6	实验要求	101
6.4.7	总结与思考	101
第 7 章	数字电路系统设计	102
7.1	数字电路系统设计概述	102
7.1.1	数字电路系统的组成	102
7.1.2	数字电路系统的设计步骤	103
7.1.3	数字电路系统的设计方法	103
7.2	篮球 24s 定时器设计	104
7.2.1	设计任务	104
7.2.2	原理与框图	104
7.2.3	单元电路设计	105
7.2.4	整机电路	108
7.2.5	调试要点	108
7.3	智力竞赛抢答器设计	110
7.3.1	设计任务	110
7.3.2	原理与框图	110
7.3.3	单元电路设计	111
7.3.4	整机电路	113
7.3.5	调试要点	113
7.4	简易数字频率计	114
7.4.1	设计任务	115
7.4.2	原理与框图	115
7.4.3	单元电路设计	116



7.4.4 整机电路	118
7.4.5 调试要点	118
第8章 通信系统概述	120
8.1 电子通信概述	120
8.1.1 通信频率的分配	120
8.1.2 通信系统的模型	121
8.1.3 模拟通信与数字通信	121
8.1.4 通信方式	122
8.1.5 调制解调的提出	122
8.1.6 无线通信系统	123
8.2 高频电子电路设计实例	124
8.2.1 分频式频率合成器的制作与测试	124
8.2.2 高频功率放大器的设计与测试	127
8.2.3 正弦波振荡器的设计与测试	130
8.2.4 LC与晶体振荡器设计与测试	132
8.2.5 高频小信号放大器电路的设计与测试	134
8.2.6 幅度调制与解调电路的设计与测试	137
8.2.7 变容二极管调频器的设计与测试	140
8.2.8 锁相调频与鉴频电路的设计与测试	144
第9章 微波测量	149
9.1 微波技术的特点及重要性	149
9.2 低频和微波波段的电路实现的区别	149
9.3 微波测量系统的认识与基础连接	151
9.3.1 微波测量系统的认识	151
9.3.2 微波测量实验室基础连接	152
9.4 微波实验系统	152
9.4.1 微波实验基础配套仪器和波导元件	152
9.4.2 微波信号发生器	153
9.4.3 测量线技术	153
9.4.4 晶体检波特性的测定	154
9.5 微波实验内容	155
9.5.1 微波测量系统的连接、调整与频率检查	155
9.5.2 λ_g 波导波长测量	157
9.5.3 负载方向驻波系数测量的原理	158
9.5.4 大驻波系数测试	159
9.5.5 中驻波系数测试	162
9.5.6 小驻波系数测试	162
9.5.7 阻抗测量的基本原理	163
9.5.8 阻抗测量实验(归一化阻抗实验)	164
9.5.9 阻抗匹配的基本原理	166
9.5.10 调配技术实验	167
9.5.11 电源方向驻波系数测量	169

9.5.12	功率及衰减测量原理	169
9.5.13	衰减测量实验	174
9.5.14	微波频率测量原理	175

下篇 综合部分

第 10 章	红外线心率计的组装与调试	178
10.1	实训内容	178
10.2	实训要求	178
10.3	红外线心率计的工作原理	178
10.3.1	红外线心率计的原理框图	178
10.3.2	单元电路的工作原理	179
10.4	红外线心率计的调试	186
10.4.1	基本要求	186
10.4.2	调试技术的发展	186
10.4.3	红外线心率计的调试过程	187
10.4.4	红外线心率计调试记录表	188
第 11 章	数字万用表的组装与调试	190
11.1	实训内容	190
11.2	实训要求	190
11.3	DT830B 型数字万用表的原理	190
11.3.1	数字万用表原理框图	190
11.3.2	双积分式 A/D 转换器的工作原理	191
11.3.3	ICL7106 引脚功能介绍	193
11.3.4	液晶显示器的驱动方式	194
11.3.5	由 ICL7106 构成的 A/D 转换及 LCD 驱动电路	194
11.4	参数测量电路	195
11.4.1	直流电压测量电路	195
11.4.2	直流电流测量电路	196
11.4.3	交流电压测量电路	196
11.4.4	电阻与二极管测量电路	197
11.4.5	晶体管测量电路	198
11.5	调试器材	199
11.6	安装工艺	199
11.7	调试步骤	202
11.8	故障分析	202
11.9	数字万用表测试记录表	203
第 12 章	基于 TL494 的开关电源设计	205
12.1	实训内容	205
12.2	实训要求	205
12.3	总体设计思路	205
12.3.1	开关电源稳压原理	205

12.3.2	电压型 PWM 控制	206
12.3.3	TL494 的结构与功能	206
12.4	开关电源单元电路	208
12.4.1	交流输入电路	209
12.4.2	整流滤波电路	209
12.4.3	自激启动半桥输出电路	210
12.4.4	输出滤波电路	211
12.4.5	控制驱动电路	212
12.5	调试器材	213
12.6	调试步骤	213
12.7	技术指标及测试	214
12.8	故障分析及排除方法	215
12.9	开关电源测试记录表	216
第 13 章	XL-2008 黑白电视机的组装与调试	218
13.1	实训内容	218
13.2	实训要求	218
13.3	电视机的组成与工作原理	218
13.3.1	电视机的组成	218
13.3.2	黑白电视机的工作过程	221
13.3.3	CD5151CP 的功能及内部框图	221
13.4	XL-2008 黑白电视机单元电路	223
13.4.1	直流稳压电源	223
13.4.2	信号系统	225
13.4.3	扫描系统	231
13.5	焊接与安装	242
13.6	调试与总装	242
13.6.1	直流工作电压的测量	243
13.6.2	整机调试步骤	244
13.7	故障分析	246
13.8	电视机测试记录表	247
参考文献		249

上篇 基础部分

第1章 安全用电

随着电能应用的不断拓展,以电能为介质的各种电气设备广泛进入企业、社会和家庭生活中,与此同时,使用电气所带来的不安全事故也不断发生。为了实现电气安全,对电网本身的安全进行保护的同时,更要重视用电的安全问题。因此,学习安全用电基本知识,掌握常规触电防护技术,这是保证用电安全的有效途径。

电气危害有两个方面:一方面是对系统自身的危害,如短路、过电压、绝缘老化等;另一方面是对用电设备、环境和人员的危害,如触电、电气火灾、电压异常升高造成用电设备损坏等,其中尤以触电和电气火灾危害最为严重。触电可直接导致人员伤亡、死亡。另外,静电产生的危害也不能忽视,它是电气火灾的原因之一,对电子设备的危害也很大。

1.1 触电及其防护

1.1.1 触电危害

触电是指人体触及带电体后,电流对人体造成的伤害。它有两种类型,即电伤和电击。

1. 电伤

电伤是指电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身作用造成的人体伤害。电伤在人体皮肤表面留下明显的伤痕,常见的有灼伤、电烙印和皮肤金属化等现象。

2. 电击

电击是指电流通过人体内部,破坏人体内部组织,影响呼吸系统、心脏及神经系统的正常功能,甚至危及生命。在触电事故中,电击和电伤常会同时发生。

1.1.2 影响触电危险程度的因素

1. 电流的大小

通过人体的电流越大,人体的生理反应就越明显,感应就越强烈,引起心室颤动所需的时间就越短,致命的危害就越大。按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态,工频交流电大致分为下列三种:

- 1) 感觉电流:指引起人的感觉的最小电流(1~3mA)。
- 2) 摆脱电流:指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流(10mA)。
- 3) 致命电流:指在较短的时间内危及生命的最小电流(30mA)。

2. 电流的类型



工频交流电的危害性大于直流电,因为交流电主要是麻痹、破坏神经系统,往往难以自主摆脱。一般认为 40~60Hz 的交流电对人最危险。随着频率的增加,危险性将降低。当电源频率大于 2000Hz 时,所产生的损害明显减小,但高压高频电流对人体仍然是十分危险的。

3. 电流的作用时间

人体触电时,通过电流的时间越长,越易造成心室颤动,生命危险性就越大。据统计,触电 1~5min 内急救,90% 有良好的效果,10min 内急救,有 60% 的救生率,超过 15min 则希望甚微。

触电保护器的一个主要指标就是额定断开时间与电流乘积不大于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$ 。实际产品一般额定动作电流为 30mA,动作时间为 0.1s,其乘积不大于 $30\text{mA} \cdot \text{s}$,故可有效防止触电事故。

4. 电流路径

电流通过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致瘫痪;通过心脏会造成心跳停止,血液循环中断;通过呼吸系统会造成窒息。因此,从左手到胸部是最危险的电流路径;从手到手、从手到脚也是很危险的电流路径;从脚到脚是危险性较小的电流路径。

5. 人体电阻

人体电阻是不确定的电阻,皮肤干燥时一般为 $100\text{k}\Omega$ 左右,而一旦潮湿可降到 $1\text{k}\Omega$ 。人体不同,对电流的敏感程度也不一样,一般来说,儿童较成年人敏感,女性较男性敏感。心脏病患者触电后死亡的可能性更大。

1.1.3 触电原因

人体触电主要原因有两种:直接或间接接触带电体以及跨步电压。直接接触又可分为单极接触和双极接触。

1. 单极接触

当人站在地面上或其他接地体上,人体的某部位触及一相带电体时,电流通过人体流入大地(或中性线),称为单极触电,如图 1-1 所示。

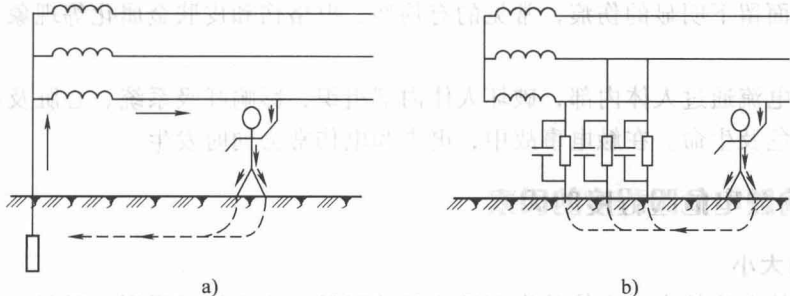


图 1-1 单极接触触电示意图

a) 中性点直接接地 b) 中性点不直接接地

图 1-1a 为电源中性点接地运行方式时单极触电的电流途径。图 1-1b 为中性点不接地运行方式时单极触电的电流途径。一般情况下,接地电网里的单极触电比不接地电网里的危险性大。

2. 双极接触

双极触电是指人体两处同时触及同一电源的两相带电体,以及在高压系统中,人体距离高压带电体小于规定的安全距离,造成电弧放电时,电流从一相导体流入另一相导体的触电方式,如图 1-2 所示。两相触电加在人体上的电压为线电压,因此不论电网的中性点接地与否,其触电的危险性都极大。

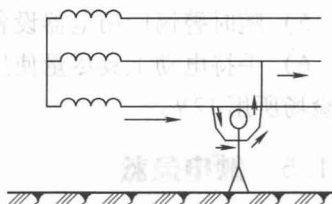


图 1-2 双极触电图

3. 跨步电压接触

当带电体接地时有电流向大地流散,在以接地点为圆心,半径 20m 的圆面积内形成分布电位。人站在接地点周围,两脚之间(以 0.8m 计算)的电位差称为跨步电压 U_k ,如图 1-3 所示,由此引起的触电事故称为跨步电压触电。高压故障接地处,或有大电流流过的接地装置附近都可能出现较高的跨步电压。离接地点越近、两脚距离越大,跨步电压值就越大。一般 10m 以外就没有危险。

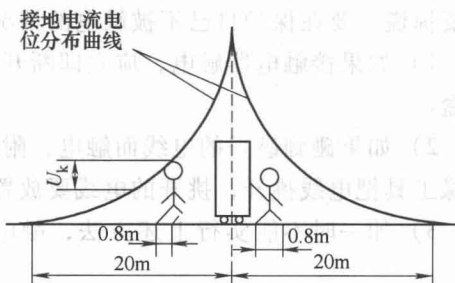


图 1-3 跨步电压

4. 剩余电荷接触

剩余电荷触电是指当人触及带有剩余电荷的设备时,带有电荷的设备对人体放电造成的触电事故。设备带有剩余电荷,通常是由于检修人员在检修中用绝缘电阻表测量停电后的并联电容器、电力电缆、电力变压器及大容量电动机等设备时,检修前、后没有对其充分放电造成的。

1.1.4 防止触电

防止触电是安全用电的核心。没有一种措施或保护器是万无一失的。最保险的钥匙掌握在你手中,即安全意识和警惕性。以下几个方面是最基本、最有效的安全防范措施。

1. 安全制度

在工厂企业、科研院所、实验室等用电单位,都会制定有各种各样的安全用电制度。这些制度绝大多数都是在科学分析的基础上制定的,也有很多条文是在实际中总结出的经验,可以说很多制度条文是惨痛的教训换来的。在你走进车间、实验室等一切用电场所时,千万不要忽略安全用电制度,不管这些制度粗看起来如何“不合理”,如何“妨碍”工作。

2. 安全措施

预防触电的措施很多,有关安全技术将在后面作为共同问题进行讨论,这里提出的几条措施都是最基本的安全保障。

1) 对正常情况下带电的部分,一定要加绝缘防护,并且置于人不容易碰到的地方。例如输电线、配电盘、电源板等。

2) 所有金属外壳的用电器及配电装置都应该装设保护接地或保护接零。对目前大多数工作生活用电系统而言是保护接零。

3) 在所有使用市电场所装设漏电保护器。

4) 随时检查所用电器插头、电线,发现破损老化及时更换。

5) 随时警惕所用电器设备的工作异常情况,发现问题及时处理。

6) 手持电动工具尽量使用安全电压工作。我国规定常用安全电压为 36V 或 24V,特别危险场所用 12V。

1.1.5 触电急救

1. 脱离电源

人在触电后可能由于失去知觉或超过人的摆脱电流而不能自己脱离电源,此时抢救人员不要惊慌,要在保护自己不被触电的情况下使触电者尽快脱离电源,具体操作如下:

1) 如果接触电器触电,应立即断开近处的电源,可就近拔掉插头,断开开关或打开保险盒。

2) 如果碰到破损的电线而触电,附近又找不到开关,可用干燥的木棒、竹竿、手杖等绝缘工具把电线挑开,挑开的电线要放置好,不要使人再触到。

3) 如一时不能实行上述方法,触电者又趴在电器上,可隔着干燥的衣物将触电者拉开。

4) 在脱离电源过程中,如触电者在高处,要防止脱离电源后跌伤而造成二次受伤。

5) 在使触电者脱离电源的过程中,抢救者要防止自身或他人触电。

2. 触电的急救处理

当触电者脱离电源后,应立即进行现场紧急救护,同时通知医护人员前来抢救。注意观察触电者的伤势,如果病人呼吸、心跳尚存,应尽快送医院抢救。若心跳停止,应采用人工心脏按压法维持血液循环;若呼吸停止,应立即做口对口的人工呼吸。若触电人伤害得相当严重,心脏和呼吸都已停止,人完全失去知觉,则需同时采用口对口人工呼吸和人工胸外挤压两种方法。如果现场仅有一个人抢救,可交替使用这两种方法,先胸外按压心脏 4~6 次,然后口对口呼吸 2~3 次,再按压心脏,反复循环进行操作。人工心脏按压法和人工呼吸的具体操作步骤如下。

(1) 人工心脏按压法的具体操作步骤

1) 解开触电人的衣裤,清除口腔内异物,使其胸部能自由扩张。

2) 使触电人仰卧,姿势与口对口吹气法相同,但背部着地处的地面必须牢固。

3) 救护人员位于触电人一边,最好是跨跪在触电人的腰部,将一只手的掌根放在心窝稍高一点的地方(掌根放在胸骨的下三分之一部位),中指指尖对准锁骨间凹陷处边缘,如图 1-4a、图 1-4b 所示,另一只手压在那只手上,呈两手交叠状(对儿童可用一只手)。

4) 救护人员找到触电人的正确压点,自上而下,垂直均衡地用力按压,如图 1-15c、图 1-4d 所示,压出心脏里面的血液,注意用力适当。

5) 按压后,掌根迅速放松(但手掌不要离开胸部),使触电人胸部自动复原,心脏扩张,血液又回到心脏。

以上可以总结为以下的口诀:

掌根下压不冲击,突然放松手不离;手腕略弯压一寸,一秒一次较适宜。

(2) 人工呼吸的具体操作步骤

1) 迅速解开触电人的衣服、裤带,松开上身的衣服、护胸罩和围巾等,使其胸部能自由扩张,不妨碍呼吸。

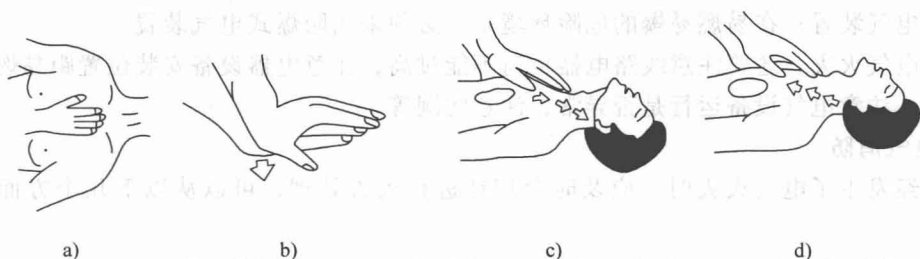


图 1-4 人工心脏按压法

2) 使触电人仰卧，不垫枕头，头先侧向一边清除其口腔内的血块、义齿及其他异物等。

3) 救护人员位于触电人头部的左边或右边，用一只手捏紧其鼻孔，不使漏气，另一只手将其下巴拉向前下方，使其嘴巴张开，嘴上可盖上一层纱布，准备接受吹气。

4) 救护人员做深呼吸后，紧贴触电人的嘴巴，向他大口吹气。同时观察触电人胸部隆起的程度，一般应以胸部略有起伏为宜。

5) 救护人员吹气至需换气时，应立即离开触电人的嘴巴，并放松触电人的鼻子，让其自由排气。这时应注意观察触电人胸部的复原情况，倾听口鼻处有无呼吸声，从而检查呼吸是否阻塞，如图 1-5 所示。

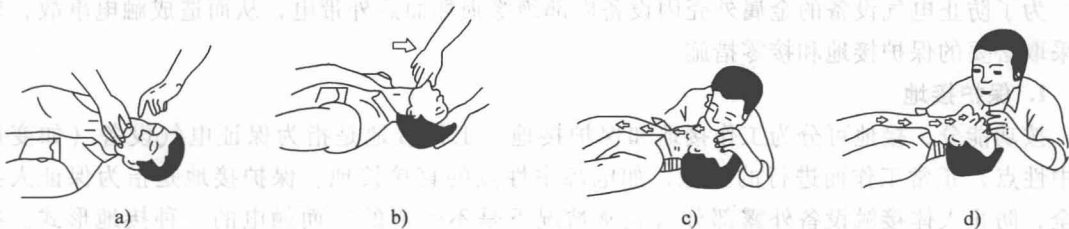


图 1-5 口对口人工呼吸法

以上可以总结为如下的口诀：

张口捏鼻手抬颌，深吸缓吹口对紧；张口困难吹鼻孔，5 秒一次坚持吹。

1.2 电气火灾与电气消防

火灾是造成人们生命财产损失的重大灾害。随着现代电气化的日益发展，电气火灾在火灾总数中所占比例不断上升，而且随着城市化进程的加快，电气火灾造成的损失越来越严重，研究电气火灾原因及其预防意义重大。

1. 电气火灾

电器、照明设备、手持电动工具以及通常采用单相电源供电的小型电器，有时会引起火灾，其原因通常是电气设备选用不当或由于线路年久失修，绝缘老化造成短路，或由于用电量增加、线路超负荷运行，维修不善导致插头松动，电器积尘、受潮，热源接近电器，电器接近易燃物和通风散热失效等。

要避免上述情况的发生，就要合理选用电气装置。例如，在潮湿和多尘的环境中，应选