

高职高专院校教材

- 紧贴职教改革需求
- 注重实践能力培养
- 加强学科横向联系
- 强调科学性实用性

电工实训教程

DIANGONG SHIXUN JIAOCHENG

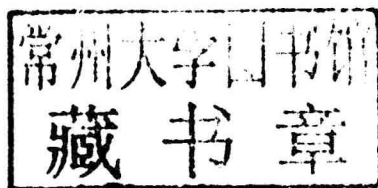
刘建军 编著



清华大学出版社

电工实训教程

刘建军 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书共有4个模块:模块1“电工实验基本知识”,介绍安全用电常识、电表的使用、常用元器件的识别等知识和技能;模块2“实验项目”,安排了十二个实验;模块3“综合实训”,安排了有关万用表和照明电路的两个实训项目;模块4“常用教学辅助软件”,介绍EWB、MATLAB、ANSYS的功能和使用。

本书内容叙述简单明了,突出方便实用,强化动手能力,同时考虑了学生的个性差异,为学生的自主创新留下一定的空间。

本书适合作为高职高专院校电工基础课程的实训教材,也可作为职业教育和职工培训的教材、工程技术人员参考书。

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

电工实训教程 / 刘建军编著. —北京:清华大学出版社, 2012.9

ISBN 978-7-302-29805-2

I. ①电… II. ①刘… III. ①电工技术—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 190103 号

责任编辑:刘金喜 胡雁翎

封面设计:久久度文化

版式设计:牛艳敏

责任校对:成凤进

责任印制:王静怡

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

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:8.5 字 数:196千字

版 次:2012年9月第1版 印 次:2012年9月第1次印刷

印 数:1~4000

定 价:18.00元

产品编号:047762-01

前 言

国家中长期教育改革和发展规划纲要要求,职业教育要面向人人、面向社会,着力培养学生的职业道德、职业技能和就业创业能力。结合近年来高职教育改革发展的特点和教学实际,为了培养适应社会发展的应用型技术人才,配合相应电工基础课程理论教学,特编写了本教材。

本教材以提高学生的动手实践能力为目的,注重实用性和可持续发展性。通过本课程的学习,使学生加强对电工基本理论的理解和巩固,掌握电路基本参量的测量方法、常用电工仪表的使用方法、基本的电工测量技术,以及简单的故障处理和数据分析能力。

在本教材编写过程中,注重了实践教学与理论教学内容紧密结合,通过动手增强了学生对知识的感性认识;强调了学生的主体地位,注重了实验内容的提高与拓展;多数实验都给学生留有研究、拓展和自主创新的空间;对部分实验要求学生自主设计电路、表格和自主处理实验数据,等等。为全面提升学生的理论水平和综合实践能力做好铺垫。

本教材模块3安排了综合性实训内容,各专业可根据教学计划和实训条件灵活选择。本教材由辽宁铁道职业技术学院的刘建军老师编写,由沈阳工业大学李岩教授主审。由于编者水平有限,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012年6月

目 录

模块 1 电工实验基本常识	1
课题 1 电工实验概述	1
1. “电工实验” 课的性质和任务	1
2. “电工实验” 课的目的和要求	1
3. 实验课的步骤	2
4. 检查故障的方法	3
5. 编写实验报告	3
6. 实验注意事项	3
课题 2 安全用电常识	4
1. 电流对人体的危害	4
2. 人体电阻及安全电压	5
3. 有关触电的基本知识	6
4. 触电急救方法	8
5. 保护接地与保护接零	10
课题 3 绘制实验曲线和有效数字处理	10
1. 怎样绘制曲线	11
2. 有效数字的处理	11
课题 4 测量误差的概念	12
1. 误差的表示	12
2. 容许误差	15
3. 测量误差及其主要来源	16
4. 误差性质及其分类	19
课题 5 认识和使用电表	20
1. 仪表常用符号及其含义	20
2. 仪表的准确度表示	22
课题 6 常用元器件的识别	24
1. 电阻元件	24
2. 电感元件	27
3. 电容元件	30
4. 二极管	33

模块 2 实验项目	38
课题 1 电阻的测量及仪表的使用	38
1. 实验目的	38
2. 实验设备	38
3. 实验内容	38
4. 实验总结	42
课题 2 电流、电压的测量及基尔霍夫定律的应用	43
1. 实验目的	43
2. 实验设备	43
3. 实验内容	43
4. 实验总结	44
课题 3 电压源与电流源的等效变换	45
1. 实验目的	45
2. 原理说明	45
3. 实验设备	46
4. 实验电路	46
5. 实验内容	47
6. 实验注意事项	48
7. 预习思考题	49
8. 实验报告	49
课题 4 受控源研究	49
1. 实验目的	49
2. 原理说明	49
3. 实验设备	51
4. 实验内容	51
5. 实验注意事项	54
6. 预习思考题	54
7. 实验报告	55
课题 5 戴维南定理及负载获得最大功率的条件验证	55
1. 实验目的	55
2. 原理说明	55
3. 实验设备	57
4. 实验内容	57
5. 实验报告	59
课题 6 交流电路 R、L、C 元件阻抗特性的测定	59
1. 实验目的	59
2. 原理说明	59

3. 实验设备	60
4. 实验内容	61
5. 实验注意事项	62
6. 预习思考题	63
7. 实验报告	63
课题7 谐振电路的研究	63
1. 实验目的	63
2. 原理说明	63
3. 实验设备	65
4. 实验内容	65
5. 实验注意事项	67
6. 预习思考题	67
7. 实验报告	68
课题8 三相交流电路电压、电流的测量	68
1. 实验目的	68
2. 原理说明	68
3. 实验设备	69
4. 实验内容	69
5. 实验注意事项	71
6. 预习思考题	71
7. 实验报告	72
课题9 荧光灯安装及功率因数提高	72
1. 实验目的	72
2. 实验原理	72
3. 实验设备	73
4. 实验内容	73
5. 实验注意事项	75
6. 预习思考题	75
7. 实验报告	75
课题10 RC 一阶电路的响应测试	76
1. 实验目的	76
2. 原理说明	76
3. 实验设备	78
4. 实验内容	78
5. 实验注意事项	79
6. 预习思考题	79
7. 实验报告	79

课题 11 互感电路测量及同名端判断	79
1. 实验目的	79
2. 原理说明	80
3. 实验设备	81
4. 实验内容	81
5. 实验注意事项	84
6. 预习思考题	84
7. 实验报告	84
课题 12 单相铁心变压器特性的测试	84
1. 实验目的	84
2. 原理说明	84
3. 实验设备	86
4. 实验内容	86
5. 实验注意事项	88
6. 预习思考题	88
7. 实验报告	88
模块 3 综合实训	89
综合实训 1 简易万用表的组装	89
一、实训计划	89
1. 实习性质及任务	89
2. 教学目标	89
3. 时间分配	89
4. 实习内容及要求	90
5. 教学进程	90
二、实训内容及相关事项	91
1. 实训目的	91
2. 实训任务	91
3. 实训用品	91
4. 万用表及相关知识简介	91
5. 万用表电路的分析计算及改装	94
6. 焊接	99
7. 万用表的校验	100
8. 组装万用表中可能出现的故障及其原因分析	102
9. 收尾, 总结	102
10. 实习报告内容格式要求	102

综合实训 2 常用照明电路的安装	103
1. 教学目标	103
2. 原理说明	103
3. 实验用品	107
4. 操作步骤	107
5. 白炽灯和荧光灯照明电路的常见故障和检测	109
6. 实训总结	111
模块 4 常用软件简介	112
课题 1 EWB 简介	112
1. EWB 知识初步	112
2. 认识 EWB 的主界面	113
3. EWB 的电路创建	116
课题 2 MATLAB 简介	117
1. MATLAB 概述	117
2. MATLAB 应用举例	119
课题 3 ANSYS 简介	120
1. 软件功能简介	120
2. 前处理模块 PREP7	121
3. 求解模块 SOLUTION	122
4. 后处理模块 POST1 和 POST26	123
参考文献	124

模块1 电工实验基本常识

【基本要求】

- (1) 通过本模块的学习了解电工实验的性质、任务和基本要求。
- (2) 掌握科学实验的方法，学会总结和撰写完整的实验报告。
- (3) 掌握仪表的正确使用方法和数据读取方法。
- (4) 掌握误差的计算和表示方法。
- (5) 掌握安全用电的基本知识，会处理简单触电事故。
- (6) 学会处理有效数字和正确描述实验曲线。
- (7) 学会识别和选择常用的电气元器件。

课题1 电工实验概述

1. “电工实验”课的性质和任务

电工实验课是一门以实验为主的技术基础课。其任务是增强学生的感性认识，提高学生的实际动手能力，使学生的理论知识与实践能力有效地结合起来，让学生掌握工程技术人员所必须具备的电工基础测量分析的基本知识和基本技能，掌握常用电工仪器、仪表的使用方法及操作规范，培养学生实事求是的科学态度，勇于创新的科学作风，提高学生的职业能力和职业素质，为今后的实际工作打下良好的基础。

2. “电工实验”课的目的和要求

电工实验课是电工基础教学的实践环节，是实验技能的基本训练部分，它的目的要求主要是：

- (1) 通过实验获得感性知识，验证和加深理解电工基础课程中的基本概念和基本定律。
- (2) 通过上课讲解和动手实验对常用的电工仪表和设备能够选样、调整和熟练使用，提高动手能力。
- (3) 培养分析问题和解决问题的能力。要求能根据实验目的和实验电路，选用合适的仪器设备，合理布线，进行实验。能观察现象和描绘原始图像，测出需要的数据，并用

基本理论分析其是否正常合理,找出产生误差的原因,从而做出正确的实验结论,写出完整的实验报告。对于实验中出现的故障或偶然错误,应能及时分析和排除,保证实验完成。

- (4) 培养理论联系实际、实事求是的科学态度。
- (5) 培养安全用电、节约用电、爱护公物的良好习惯。
- (6) 培养严肃认真、踏实细致的工作作风和团结互助的思想品德。

3. 实验课的步骤

1) 课前预习

在实验课前要进行认真预习,必须仔细阅读有关理论知识和实验指导书。看懂(或自行拟定)实验电路图。明确本次实验的目的任务。熟悉实验步骤和操作程序,了解实验设备及所需要仪器的技术性能。准备好记录实验数据的表格,要牢记实验中应注意的问题,以防在实验中损坏仪表和设备。

2) 检查仪器设备

实验时首先检查本次实验所需要的仪器设备是否齐全完好。

3) 连接线路

按实验电路和实验要求接线。接线是很重要的一步,往往电路中的短路事故、仪表反偏、设备损坏,都由这一步的错误造成,所以仪器设备布局要清楚合理,既便于读数又安全。接线要牢靠,连接导线的长短、粗细及屏蔽线等均应合理使用,便于检查,避免短路。接线时首先不要接通电源。一般先连接主要的串联电路,后连接分支电路。同组人既不可争先恐后也不能袖手旁观,要分工合作,依次轮换。

4) 检查线路

线路接好后应由别人再检查连接是否正确,仪表量程及极性是否正确,调压仪器是否在零位。最后还要经指导人员检查。

5) 接通电源

线路检查无误后再接通电源。为了防止人身事故损坏设备,合闸时必须通知在场人员知道。同时眼观全面,注意仪表设备,若有异常情况立即切断电源,查出原因。操作时决不可用手触及带电部分。改接线路,变换仪表量程都要切断电源。

6) 读取数据

读取仪表示数,测绘示波器显示的曲线以观察现象等均应事先准备好记录表格、坐标纸。然后做好记录,描出曲线,写明现象,这就是原始数据。在实验过程中操作要互相配合。读数后要断开电源但不拆线,以备重做。

7) 审查数据

对于测得的数据、曲线或观察到的现象,要用所学的理论知识去分析是否合理。同时检查有无遗漏,以便在未拆线时及时补测。所测数据最后要经教师检查。

8) 收尾

当审查数据齐全, 曲线完整, 现象合理之后, 可以拆除线路。仪器设备归放原处。清理导线, 报告指导教师实验完毕。

4. 检查故障的方法

在实验中有时会遇到故障, 例如: 断线、接触不良、短路等, 这些故障都会使电路不能正常工作, 甚至损坏仪器设备, 危及人身安全。凡属遇到故障一般应切断电源, 检查线路。检查故障的方法主要有:

1) 用欧姆表检查法

必须在切断电源后, 用欧姆表检查连接导线和接头是否断线或接触不良。检查元件是否完好。用欧姆表检查导线或元件时, 常常需要把元器件或导线的一端从电路中断开, 检查完毕后再将断开的地方焊接好。

2) 用电压表检查法

如果不是短路故障, 可以降低电源电压后, 用电压表分段检查电路中各部分的电压, 根据电压的大小和有无来判断电压是否正常, 从而找到故障点。

5. 编写实验报告

每次实验后, 要写出实验报告, 以实验数据和观测到的曲线及现象为基础, 按照实验目的和实验内容的要求, 认真分析, 如有误差要分析原因, 不要轻易否定测量结果, 作结论时要尊重实验事实。最后写出实验报告。实验报告应包括以下主要内容:

(1) 实验目的。

(2) 仪器设备(要记录规格、型号、编号、量程等)。

(3) 实验原理方法简要说明。

(4) 实验电路。

(5) 实验数据及曲线图。根据实验内容测得的原始数据、曲线及计算数据等经整理之后, 分别填写清楚, 要作出曲线图及相量图。

(6) 实验结论。根据实验目的和实验内容, 对实验数据、曲线和现象进行分析, 作出结论。

(7) 问题讨论。写出心得体会和改进意见并回答实验指导书和指导教师提出的问题。

(8) 实验报告要按标准的格式要求完成。

6. 实验注意事项

在实验操作过程中, 必须注意安全, 特别是要防止人体触电事故, 为此应当遵守下面的规定:

(1) 对于电源要分清直流和交流, 弄清电压数值。对直流还要分清正、负极性。

- (2) 对仪器设备要弄清规格型号、额定值,并熟悉其用法。
- (3) 线路接好后,必须由教师检查,并通知在场人员知道后,才能接通电源。接通电源后不许离开实验台。
- (4) 不许带电操作,大于 36V 的电压就有可能引起触电事故。
- (5) 操作前必须考虑好步骤,不得盲目乱动。在实验过程中调解电压、电流或其他参数时,要仔细地按操作规则进行。
- (6) 做完实验后应立刻断开电源。电容器用后要放电。
- (7) 与本实验无关的其他的开关、设备、电表等不许乱动。
- (8) 保持室内安静,不许乱串实验台。

在实验中如果实验者忽视安全用电制度或粗心大意,例如,由于疏忽未将闸刀开关拉开就接线或拆线往往容易触电。如果是三相电源就容易造成双线触电,实验者人体承受的电压高,很危险。万一遇到触电事故,首先应迅速切断电源,或用绝缘的器具迅速将电源线断开,使触电者脱离电源。

课题 2 安全用电常识

电的发明使人类社会产生了革命性的进步,人类的生产生活都已经离不开电了,但是如果使用不当,就会对人身、电气设备或电力系统造成危害。在用电过程中,掌握安全用电常识非常必要。为了防止触电事故发生,在实验前应熟悉安全用电常识,在实验过程中必须严格遵守安全用电制度和操作规程。

人体是导体,当人体不慎触及电源或带电导体时电流流过人体,因而使人受到伤害。这就是电击。这种电击对人体的伤害程度与通过人体电流的大小、通电时间的长短、电流流过人体的途径、电流的频率,以及触电者的健康状况有关。实验前了解安全用电常识是非常必要的。

1. 电流对人体的危害

电流对人体的危害程度与多种因素有关,电流的大小、频率、通电时间长短以及电流经过人体时的流通过程等,都对电流的危害有一定程度的影响。

1) 电流大小对人体的影响

有电流通过人体并达到一定值时,人体就会产生反应,通过的电流越大,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。工频交流电是比较危险的,当人体有 1mA 工频交流电流通过时就有不舒服的感觉;当人体通过的电流在 30mA 以上时,就会造成呼吸困难,肌肉痉挛,甚至更严重的危害。50mA

电流流过时就可能发生痉挛, 心脏麻痹。如果时间过长就会有生命危险。所以一般认为 30mA 以下的电流是安全电流。

2) 频率影响

电流频率不同, 对人体的危害程度也不一样, 一般认为 40~60 Hz 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 20kHz 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) 通电时间的影响

通电时间长短也是影响电流危害效果的主要因素之一, 通电时间越长, 人体电阻因出汗等原因降低, 导致通过人体的电流增加, 触电的危险性亦随之增加。引起触电危险的工频电流和通过电流的时间关系可用下式表示:

$$I = \frac{165}{\sqrt{t}}$$

式中: I 表示引起触电危险的电流 (mA); t 表示通电时间 (s)。

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; 从脚到脚的电流路径的危险性要小一些。

2. 人体电阻及安全电压

1) 人体电阻

一般人体的电阻分为皮肤的电阻和内部组织的电阻两部分, 由于人体皮肤的角质外层具有一定的绝缘性能, 因此, 决定人体电阻的主要是皮肤的角质外层。人的外表面角质外层的厚薄不同, 电阻值也不相同, 人体与导体的接触面积及压力不同, 皮肤电阻也不同, 电流通过人体的路径, 人体的电阻也不一样。通常, 由一只手臂到另一只手臂或由一条腿到另一条腿的通路电阻大约 1000Ω 。不同体质的人和不同的环境, 人体电阻变化范围较大。

2) 安全电压

从安全的角度看, 确定对人体的安全条件通常不采用安全电流而采用安全电压, 因为影响电流变化的因素很多, 而电力系统的电压是较为恒定的。当人体接触电压后, 随着电压的升高, 人体电阻会有所降低。若接触了高电压, 则因皮肤受损破裂而使人体电阻下降, 通过人体的电流也就会随之增大。在高压情况下, 即使不接触高电压, 接近时也会产生感应电流的影响, 因而也是很危险的。一般认为, 人体的安全电压为 36V, 大于这个值, 就会给人体带来危害甚至有生命危险。

我国 GB/T 13870.1-1992《电流通过人体的效应 第1部分: 常用部分》阐明了 15~100Hz 的正弦交流电流、直流电流通过生理状况正常的成人和儿童人体引起的生理效应曲线, 是制定电气安全规范、设计电击防护装置和分析电气事故的基本依据。

3. 有关触电的基本知识

1) 触电的类型

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, 即电击和电伤。

(1) 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。

(2) 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。电伤会在人体皮肤表面留下明显的伤痕, 常见的有灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象。在触电事故中, 电击和电伤常会同时发生。

2) 常见的触电形式

(1) 单相触电

当人站在地面上或其他接地体上, 人体的某一部分触及一相带电体时, 电流通过人体流入大地(或中性线), 称为单相触电, 如图 1-2-1 所示。

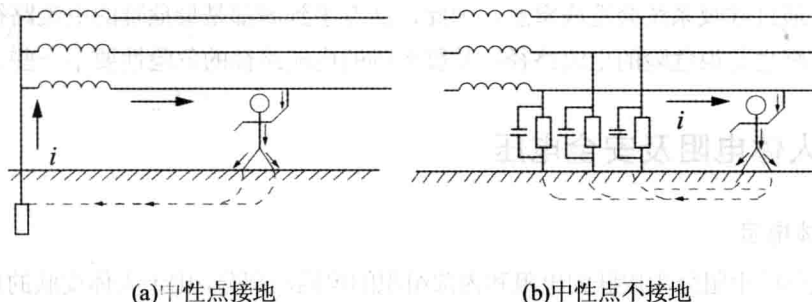


图 1-2-1 单相触电

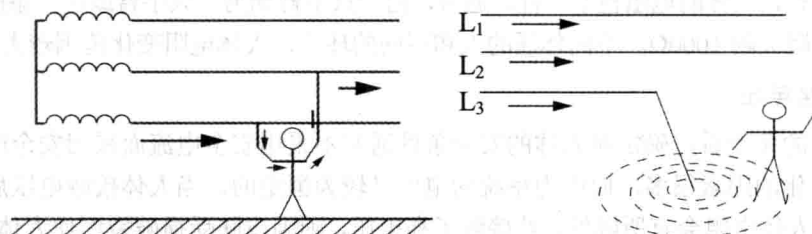


图 1-2-2 两相触电

图 1-2-3 跨步电压

(2) 两相触电

两相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 1-2-2 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,其触电的危险性都最大。

(3) 跨步电压触电

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 0.8 m 计算)的电位差称为跨步电压 U_K ,如图 1-2-3 所示,由此引起的触电事故称为跨步电压触电。

(4) 接触电压触电

运行中的电气设备由于绝缘损坏或其他原因造成接地短路故障时,接地电流通过接地点向大地流散,会在以接地故障点为中心,20m 为半径的范围内形成分布电位,当人触及漏电设备外壳时,电流通过人体和大地形成回路,造成触电事故,这称为接触电压触电。这时加在人体两点的电位差即接触电压 U_j 。

(5) 感应电压触电

当人触及带有感应电压的设备和线路时所造成的触电事故称为感应电压触电。

(6) 剩余电荷触电

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摇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所造成的。

3) 触电事故产生的原因

产生触电事故有以下原因:

- (1) 缺乏用电常识,触及带电的导线。
- (2) 没有遵守操作规程,人体直接与带电体部分接触。
- (3) 由于用电设备管理不当,使绝缘损坏,发生漏电,人体碰触漏电设备外壳。
- (4) 高压线路落地,造成跨步电压引起对人体的伤害。
- (5) 检修中,安全组织措施和安全技术措施不完善,接线错误,造成触电事故。
- (6) 其他偶然因素,如人体受雷击等。

4) 安全用电的措施

(1) 组织措施

① 在电气设备的设计、制造、安装、运行、使用和维护,以及专用保护装置的配置等环节中,要严格遵守国家规定的标准和法规。

② 加强安全教育,普及安全用电知识。

③ 建立健全安全规章制度,如安全操作规程、电气安装规程、运行管理规程、维护检修制度等,并在实际工作中严格执行。

(2) 技术措施

① 停电工作中的安全措施。在线路上作业或检修设备时,应在停电后进行,并采取下列安全技术措施:

- a. 切断电源。
- b. 验电。
- c. 装设临时地线。

② 带电工作中的安全措施。在一些特殊情况下必须带电工作时，应严格按照带电工作的安全规定进行。

a. 在低压电气设备或线路上进行带电工作时，应使用合格的、有绝缘手柄的工具，穿绝缘鞋，戴绝缘手套，并站在干燥的绝缘物体上，同时派专人监护。

b. 对工作中可能碰触到的其他带电体及接地物体，应使用绝缘物隔开，防止相间短路和接地短路。

- c. 检修带电线路时，应分清相线和地线。
- d. 高、低压线同杆架设时，检修人员离高压线的距离要符合安全距离。

③ 对电气设备除采用上述的措施外，还应采取下列一些安全措施：

- a. 电气设备的金属外壳要采取保护接地或保护接零。
- b. 安装自动断电装置。
- c. 尽可能采用安全电压。
- d. 保证电气设备具有良好的绝缘性能。
- e. 采用电气安全用具。
- f. 设立屏护装置。
- g. 保证人或物与带电体的安全距离。
- h. 定期检查用电设备。

4. 触电急救方法

1) 解脱电源

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脱离电源。

(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，断开开关或打开熔断器（开关）。

(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，如果触电者身体处在高处，要采取措施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，抢救者要防止自身触电。