

高等院校电工电子技术类课程“十二五”规划教材

电工技术实习教程

主 编 张 丹

副主编 吴新开 熊幸明 余建坤

祖国建 周柳奇 王南兰



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

高等院校电工电子技术类课程
“十二五”规划教材

电工技术实习教程

主 编	张 丹		
副主编	吴新开	熊幸明	余建坤
	祖国建	周柳奇	王南兰
参 编	瞿 翌	殷科生	冯 婉
	包 艳	邓居祁	张志刚



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实习教程/张丹主编. —长沙:中南大学出版社,2013.7
ISBN 978-7-5487-0730-1

I. 电... II. 张... III. 电工技术-实习-高等学校-教材
IV. TM-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 301667 号

电工技术实习教程

张 丹 主编

☐责任编辑 邓立荣

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市华中印刷厂

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 18.75 ☐字数 463 千字

☐版 次 2013 年 7 月第 1 版 ☐2013 年 7 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-5487-0730-1

☐定 价 32.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

006020610

本书是高等院校电工电子技术类课程“十二五”规划教材。本书突出电气工程实践知识和技能、重实用和够用,进一步拓展学生的实际操作动手能力、工程综合能力。依照相关专业的培养目标和《维修电工职业技能(中级)》的要求,采用项目化教学方式,在每个项目中提出了通过实习所应达到的知识目标、能力目标,并将任务分解到各个实习模块。模块是实习的独立单元,为项目服务又自成体系,体现在各模块分别有独立的教学目标、理论知识、技能训练,实习的最后用技能考核来考查实习成果,比较符合实际教学规律。

本书内容包括：安全用电常识和技术操作规程；常用低压电器和实训操作项目；电工基本技能及室内照明线路的安装和实训操作项目；常用电气控制线路的安装与调试和实训操作项目；电机的修理及拆装重绕和实训操作项目；变压器的测试及绕制等。

本书可作为应用型本科、高职高专、成人高校电工类专业的实习教程,也可作为职业教育和职工培训的教材,或作为其他工程技术人员从事电气操作与维修的相关人员的参考书。

高等院校电工电子技术类课程 “十二五”规划教材编委会

丛书主编：吴新开

丛书副主编：张一斌 郭照南

编委会人员：(排名不分先后)

吴新开(湖南科技大学)

欧青立(湖南科技大学)

沈洪远(湖南科技大学)

姚 屏(湖南科技大学)

唐东峰(湖南科技大学)

陈 婷(湖南科技大学)

邱政权(湖南科技大学)

张 萍(湖南科技大学)

曾 屹(中南大学)

张静秋(中南大学)

吕向阳(中南大学)

刘子建(中南大学)

谢平凡(中南大学)

彭卫韶(中南大学)

张一斌(长沙理工大学)

刘 晖(长沙理工大学)

夏向阳(长沙理工大学)

张福阳(南昌大学)

朱俊杰(中南林业科技大学)

李 颖(中南林业科技大学)

曹才开(湖南工学院)

汤群芳(湖南工学院)

罗雪莲(湖南工学院)

刘海波(湖南工学院)

郭照南(湖南工程学院)

孙胜麟(湖南工程学院)

刘安玲(长沙学院)

张志刚(长沙学院)

张 丹(长沙学院)

张跃勤(长沙学院)

刘 辉(长沙学院)

瞿 翌(长沙学院)

殷科生(长沙学院)

冯 婉(长沙学院)

包 艳(长沙学院)

邓居祁(长沙学院)

周继明(邵阳学院)

余建坤(邵阳学院)

罗邵萍(邵阳学院)

石炎生(湖南理工学院)

张国云(湖南理工学院)

湛腾西(湖南理工学院)

陈日新(湖南文理学院)

王南兰(湖南文理学院)

伍宗富(湖南文理学院)

周志刚(湖南文理学院)

熊振国(湖南文理学院)

王 莉(湖南商学院)

何 静(湖南商学院)

蒋冬初(湖南城市学院)

尹向东(湖南科技学院)

田汉平(湖南人文科技学院)

周柳奇(广东中山火炬职业技术学院)

邹小金(江西渝州科技职业技术学院)

朱承志(湘潭职业技术学院)

祖国建(娄底职业技术学院)

刘理云(娄底职业技术学院)

总 序

随着我国科学技术不断地发展、完善,以及教育体系不断地更新,社会用人单位对高校人才培养模式提出了更高更新的要求,复合型、创新型、实用型人才日益受到用人单位的青睐。这种发展趋势必将会使高校的人才培养模式面临着新的挑战,这就意味着如何提高高等学校毕业生的实际工作能力显得尤为重要。诚然,除了努力加强实践教学之外,还应着力加强和推进理论教学及其教材的建设与更新,显然,它是提高高等学校教学质量的一个必不可少的重要环节。根据教育部、财政部《关于实施高等学校本科教学质量与教学改革工程的意见》的文件精神,启动“万种新教材建设项目,加强新教材和立体化教材建设”工程,积极组织好教师编写新教材。

鉴于此,中南大学出版社特邀请湖南省及外省部分高等学校从事电工电子技术教学、实验和应用研究的教授、专家和教学第一线的骨干教师、高级实验师组成教材编委会,编写了电工电子技术等系列教材。

本系列教材的主要特点为:

1. 充分吸取了教学改革、课程设置与教材建设等方面的经验成果,在内容的选材上(如例题和习题)力求理论紧密联系实际、注重实用技术的讲解和实用技能的训练。同时也能较好地反映出电子

电气信息领域的最新研究成果,体现了电子电气应用领域的新知识、新技术、新工艺与新方法。

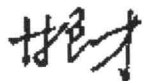
2. 根据专业特点,对传统教材的内容进行了精选、整合、优化,以满足理论教学与实验教学的需求。同时,注意到与相关课程内容之间的衔接,从而保证了教学的系统性,有利于理论教学。

3. 编写与电子技术类课程设计相配套的指导性教材,有利于实践性教学。

4. 该系列教材中,基本概念的阐述清晰,层次分明,语言表述做到了通俗易懂,有利于学生自学。

目前,我国高等教育的模式还有赖于日趋完善,教材体系尚未完全建立,教材编写还处于不断探索的阶段,仍需要我国高等学校的广大教师持之以恒、不懈地努力、辛勤地耕耘,编写出更多更好的能满足新形势下教学需要的实用教材。

我相信并殷切地期望该系列教材的出版,不仅会受到广大教师的欢迎,满足教学的需要,而且还将会对我国高等学校的教材建设起到积极的促进作用。最后,预祝《高等院校电工电子技术类课程“十二五”规划教材》出版项目取得成功,为我国高等教育事业和信息产业的蓬勃发展与繁荣昌盛培土施肥。同时,也恳切地希望广大读者、同仁对该系列教材的不足之处提出中肯的意见和有益的建议,以便再版时更正。



谨识

教育部中南地区高等学校电子电气基础课教学研究会理事长
武汉大学电子信息学院 教授/博士生导师

前 言

电工技术实习是培养学生实际操作技能、工程综合能力的重要课程。通过电工实习,使学生系统掌握电工安全常识和电工基本操作工艺规程;学会常用电工仪器仪表的使用方法;达到解决在电工领域中遇到的各种电器及设备的故障分析、检修与维护等工程实际能力。

本书是依据《中华人民共和国职业技能鉴定规范》对中、高级维修电工的知识和技能要求,结合应用型本科院校、高职高专院校工科学生掌握维修电工岗位操作技能和获取岗位证书的需要,并与湖南省劳动厅技能培训中心合作,以任务驱动的工程实训项目为线索,结合企业生产实际岗位标准以及社会对人才的实际需求而共同编写的。

全书按照岗位标准由浅入深共设置了22个具体的工程操作实训项目,涵盖了电工安全与急救知识,常用电工工具的使用与导线连接,常用电工仪表的使用与测量,日常民用电路的安装,低压电器的检修技能训练,三相异步电动机的拆装与维护,三相异步电动机的各种控制,常用机床的电气控制和故障检测等,涵盖了维修电工主要的岗位能力要求。

本书的主要特点是:(1)实用性强。本书以突出工程意识、增强工程观念、注重工程实践能力的培养为主线,以工程实践内容为重点,注重理论与实践的结合,着重体现对读者在电工领域中遇到的各种电器及设备的故障分析、检修与维护等工程实际能力的培养,为读者今后从事电工、电器类行业工作打下坚实的基础。(2)体现先进性。该书注重技能操作中的各种新工艺、新技能的介绍,突出新技术的应用。(3)可操作性强。书中每个实训项目都有具体的操作方法和详细的工艺规范,使用方便。为强化巩固操作技能训练成果和理解所学知识,各项目后附有进度检查思考题,将技能与知识紧密结合。学生通过实习掌握了实际的操作技能,同时又可以通过相关的知识点掌握相应的理论知识。这样既能达到维修电工岗位技术能力培养的要求,也适用于岗位证书的考核能力培养,对学生的创新和综合能力拓展也有引导。

本书可作为应用型本科、高职高专院校电气工程及其自动化、测控技术与仪器、电力系统、机电专业等与电工技术类相关专业的学生进行“电工实习”课程的教材,亦可作为相关专业“生产实习”的教材;也可作为学生通过国家《电工实用技术》认证的指定培训教材,还可作为从事相关领域工作的工程技术人员取得认证的培训教材或参考书。

本书由长沙学院张丹编写了第1章、第2章、第3章、第4章、第5章,熊幸明编写了第2章、第4章的部分内容,瞿翌、殷科生、冯婉、包艳、邓居祁、张志刚共同编写了第6章,湖南科技大学吴新开教授负责本书的大纲和内容的审定。全书由张丹负责统稿工作。

本书在编写过程中得到了张一斌、曾屹、郭照南、刘安玲等诸位教授及长沙学院的许多老师的大力支持和帮助,在此一并向他们表示衷心的感谢。

编 者

目 录

第1章 安全用电常识	(1)
1.1 触电及其对人体的危害	(1)
1.1.1 触电的种类及形式	(1)
1.1.2 触电电流对人体的伤害及有关因素	(3)
1.1.3 安全电压和安全用具	(4)
1.2 触电的原因与救护	(5)
1.2.1 触电原因	(5)
1.2.2 触电预防	(5)
1.2.3 触电救护	(6)
1.3 电工安全操作规程	(9)
1.4 电气防火、防爆、防雷	(10)
1.4.1 防火	(10)
1.4.2 防爆	(10)
1.4.3 防雷	(11)
1.5 电气安全技术知识	(12)
1.5.1 接地与接零	(12)
1.5.2 电气设备的安全要求	(14)
1.6 安全用电实训操作项目	(14)
1.6.1 维修电工安全技术操作规程	(14)
1.6.2 触电急救操作	(18)
第2章 常用低压电器和电工工具	(22)
2.1 常用低压电器	(22)
2.1.1 刀开关	(23)
2.1.2 主令电器	(25)
2.1.3 熔断器	(29)
2.1.4 接触器	(32)
2.1.5 继电器	(34)
2.1.6 低压断路器	(37)
2.1.7 低压电器常见故障及维修	(38)
2.2 常用电工工具、器具	(42)
2.2.1 通用工具	(42)
2.2.2 线路安装工具	(47)

2.2.3 设备装修工具	(48)
2.2.4 常用电工仪表	(49)
2.3 常用低压电器和电工工具实训操作项目	(63)
2.3.1 熟识电工通用工具及其用途	(63)
2.3.2 熟识万用表及其用途	(69)
2.3.3 熟识兆欧表及其用途	(74)

第3章 电工基本技能及室内照明线路的安装

(81)

3.1 常用导线的连接及焊接工艺	(81)
3.1.1 导线端头绝缘层的剥离	(81)
3.1.2 导线的电气连接工艺	(83)
3.1.3 导线端头的压接	(85)
3.1.4 导线的焊接工艺	(87)
3.1.5 导线的封端与绝缘层的恢复	(88)
3.2 电气设备紧固件的埋设	(90)
3.2.1 预埋木棒件	(90)
3.2.2 膨胀螺栓的安装	(91)
3.3 梯子、踏脚板和脚扣的登高作业	(92)
3.4 室内线路安装与照明	(93)
3.4.1 室内线路安装的技术要求及工艺	(93)
3.4.2 绝缘子、槽板配线	(94)
3.4.3 塑料护套线配线	(98)
3.4.4 线管配线	(100)
3.4.5 电气照明的基本知识	(103)
3.4.6 常用照明灯具的安装	(106)
3.4.7 配电板(箱)的安装	(110)
3.5 电工基本技能及室内照明线路的安装实训操作项目	(115)
3.5.1 常用电气图用图形符号及基本文字符号识别	(115)
3.5.2 照明线路的维修方法	(118)
3.5.3 联接导线接线头	(122)
3.5.4 使用万用表测量电动机绕组故障	(126)
3.5.5 测量绝缘电阻操作	(129)

第4章 常用电气控制线路

(134)

4.1 电动机基本控制线路	(134)
4.1.1 直接启动控制线路	(134)
4.1.2 降压启动控制线路	(135)
4.1.3 制动控制线路	(138)
4.1.4 自动往返控制线路	(143)
4.2 常用机床电气控制线路	(147)

4.2.1 C616 型普通车床电气控制线路	(147)
4.2.2 Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	(149)
4.2.3 X62W 型铣床电气控制线路	(153)
4.2.4 M7120 型磨床电气控制线路	(159)
4.3 机床电气控制系统的维护与检修	(163)
4.3.1 日常维护	(163)
4.3.2 常见故障的检查	(164)
4.3.3 常用检修方法介绍	(165)
4.4 常用电气控制线路的安装与调试实训操作项目	(168)
4.4.1 联接自锁正转控制线路	(168)
4.4.2 联接倒顺开关正反转控制线路	(173)
4.4.3 联接接触器辅助触头互锁正反转控制线路	(175)
4.4.4 联接复合联锁正反转控制线路	(181)

第5章 电机的修理及拆装重绕

(187)

5.1 三相笼型异步电动机的结构与铭牌	(187)
5.1.1 三相笼型异步电动机的结构	(187)
5.1.2 三相笼型异步电动机的铭牌	(189)
5.2 三相笼型异步电动机的安装及试运行	(190)
5.2.1 三相笼型异步电动机的安装	(190)
5.2.2 三相笼型异步电动机的试运行	(192)
5.3 三相笼型异步电动机的拆装	(193)
5.3.1 三相笼型异步电动机的拆卸	(193)
5.3.2 三相笼型异步电动机的装配	(195)
5.3.3 装配后的检验	(196)
5.3.4 定子绕组首尾端判别	(196)
5.4 三相笼型异步电动机定子绕组重绕	(198)
5.4.1 绕组分类	(198)
5.4.2 绕组的接线与引线	(199)
5.4.3 定子绕组的重绕	(201)
5.5 三相笼型异步电动机的运行维护	(207)
5.5.1 启动前的准备与检查	(207)
5.5.2 运行中的巡视	(208)
5.5.3 定期维护	(209)
5.6 三相笼型异步电动机的故障分析与处理	(211)
5.6.1 故障的分析与检查	(211)
5.6.2 常见故障处理方法	(212)
5.7 单相异步电动机的基本结构、分类及应用	(212)
5.7.1 单相异步电动机的基本结构	(212)
5.7.2 单相异步电动机的分类与应用	(213)

5.8 单相电容式电动机的拆装	(215)
5.8.1 单相电容式电动机的拆卸	(215)
5.8.2 单相电容式电动机的安装	(218)
5.9 单相电容式电动机故障分析与处理	(220)
5.9.1 故障的分析与检查	(220)
5.9.2 定子绕组故障与处理	(222)
5.9.3 常见故障及处理方法	(224)
5.10 电机的修理及拆装重绕实训操作项目	(224)
5.10.1 辨别电动机引出线的首尾端	(224)
5.10.2 通电试机判断故障	(229)
5.10.3 拆卸小型异步电动机通电试机判断故障	(234)
5.10.4 拆卸轴承操作	(238)
5.10.5 测量定子绕组和铁芯数据	(242)
5.10.6 绕制线圈操作	(248)
5.10.7 削制槽楔操作	(253)
5.10.8 单层链式绕组嵌线操作	(256)
第6章 变压器的测试及绕制	(269)
6.1 变压器的分类和结构	(269)
6.1.1 变压器的功用及分类	(269)
6.1.2 变压器的构造	(269)
6.2 变压器的参数测试	(272)
6.2.1 变压器的额定值	(272)
6.2.2 变压器的空载特性测试	(273)
6.2.3 变压器的负载特性测试	(274)
6.2.4 其他参数测试	(275)
6.3 变压器同名端的判别	(277)
6.3.1 变压器的同名端	(277)
6.3.2 变压器同名端的判别	(278)
6.4 小型单相变压器的绕制	(279)
6.4.1 变压器线圈的绕制	(279)
6.4.2 变压器的绝缘处理	(283)
6.4.3 变压器铁芯的装配	(283)
6.4.4 变压器成品的一般测试	(284)
6.5 变压器的使用与故障分析	(284)
6.5.1 变压器的使用	(284)
6.5.2 变压器的故障分析	(285)
参考文献	(287)

第1章 安全用电常识

电能是一种优越的能源,广泛应用于工业、农业、交通、国防、科研以及社会生活各个领域。为了安全合理地使用电能,除需要熟悉电的特性、掌握电的规律外,还必须掌握安全用电的常识,才能避免用电事故的发生。

安全用电包括人身安全和设备安全两部分:人身安全是指防止人身接触带电物体受到电击或电弧灼伤而导致生命危险;设备安全是指防止用电事故所引起的设备损坏、起火或爆炸等危险。在用电过程中,必须充分认识安全用电的重要性,注意安全用电,搞好安全用电,保护人身及设备的安全。

1.1 触电及其对人体的危害

人体也是导体,当人体接触带电部位而构成电流回路时,就会有电流通过人体,对人的肌体造成不同程度的伤害,其程度与触电的种类、方式及条件有关。

1.1.1 触电的种类及形式

1. 触电的种类

人体触电,分为电击和电伤两种。电击就是通常所说的触电,绝大部分触电死亡是电击造成的,它是电流通过人体所造成的内伤。大小不同的电流通过人体时会使人发生不同的反应,如肌肉抽搐、内部组织损伤、发热、发麻、神经麻痹,严重时会使产生昏迷、窒息、心脏停止跳动、血液循环终止,甚至死亡;电伤则是由电流的热效应、化学反应、机械效应以及电流本身作用造成的人体外伤,表现为灼伤、烙伤和皮肤金属化等现象,严重的也能致命。

2. 触电的形式

(1) 单相触电。

人体的一部分接触三相导线中任意一根相线,称为单相触电,如图 1.1 所示。这是常见的触电方式,其危险程度根据电压的高低、绝缘情况、电网的中性点是否接地及每相对地分布电容的大小而不同。

在中性点接地系统中[见图 1.1(a)],加于人体的电压为 220 V,流过人体的电流足以危及生命。在中性点不接地系统中[见图 1.1(b)],虽然线路对地绝缘电阻可起到限制人体电流的作用,但线路对地存在分布电容、分布电阻,作用于人体的电压为线电压 380 V,仍可达到危害生命的程度。

(2) 两相触电。

人体不同部位同时接触带电设备或线路中任意两根相线时, 电流从一根相线通过人体流入另一根相线, 形成回路, 称为两相触电, 如图 1.2 所示。无论电网中性点是否接地, 人体所承受的线电压均比单相触电时要高, 危险性更大。

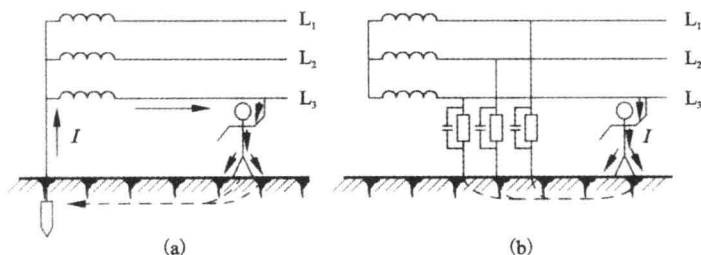


图 1.1 单相触电

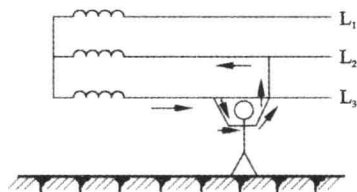


图 1.2 两相触电

(3) 接触电压、跨步电压触电。

当电气设备绝缘损坏而使外壳带电, 或架空线断落于地面发生单相接地故障时, 电流由设备外壳经接地线、接地体(或由断落导线经接地点)流入大地, 向四周扩散, 在其周围形成一个强电场。其电位分布以接地点为圆心向周围扩散, 一般距接地体 20 m 远处电位为零, 如图 1.3 所示。当有人站在地上触及设备外壳时, 就会承受一定的电压(U_c), 称为接触电压。当人跨进强电场区域时, 在分开的两脚间有电位差(U_{B1} 、 U_{B2}), 电流从一只脚流进, 另一只脚流出, 所造成的触电称为跨步电压触电。如图 1.4 所示。

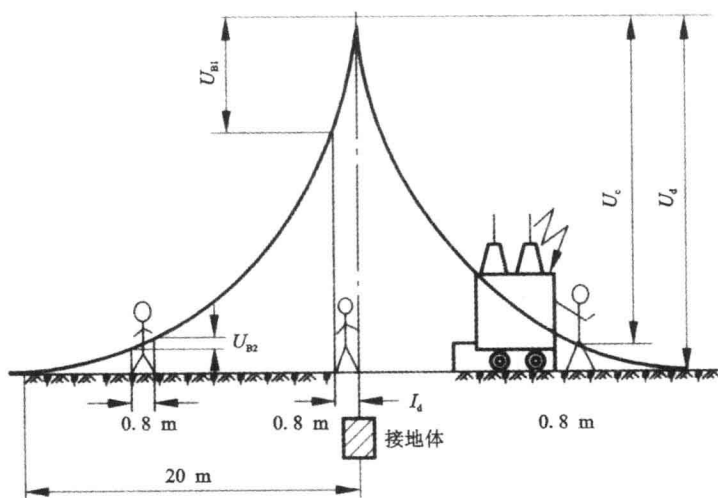


图 1.3 接触电压触电

接触电压和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有关。当接地电流较大时, 会因其超过允许值而发生人身触电事故。特别是发生在高压接地故障或

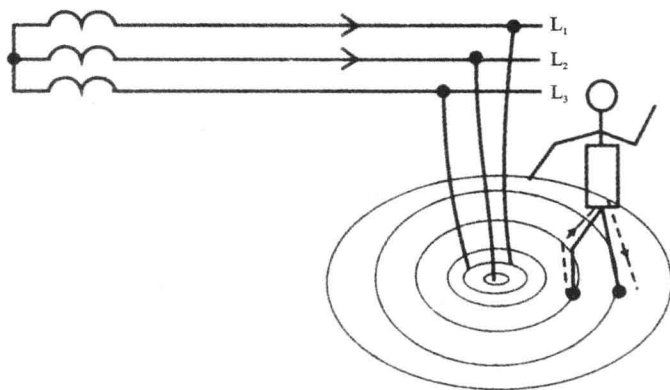


图 1.4 跨步电压触电

雷击时，会产生很高的接触电压和跨步电压。

(4) 悬浮电路上的触电。

市电通过有初/次级线圈相互绝缘的变压器后，从次级输出的电压零线不接地，相对于大地处于悬浮状态，若人站在地面上接触其中一根带电导线，一般没有触电感觉。但在大量的电子设备中，它是以金属底板或印刷电路板做公共接“地”，如果操作者身体的一部分接触底板（接“地”点），另一部分接触高电位端，就会造成触电。所以在这种情况下，一般都要求单手操作。

1.1.2 触电电流对人体的伤害及有关因素

人体对电流的反应是非常敏感的。触电时，电流对人体的伤害程度与下列因素有关。

1. 不同强度电流对人体的危害程度

通过人体的电流愈大，人体的生理反应愈明显，感觉愈强烈，致命的危险性愈大。

按照通过人体的电流大小，并根据人体此时呈现出的生理反应，将电流大致分为以下三种。

(1) 感觉电流。使人体有感觉的最小电流称为感觉电流。一般人体通过工频电流 1 mA 或 5 mA 直流电时就会使人有麻木的感觉。

(2) 摆脱电流。人体触电后能自主摆脱电源的最大电流称为摆脱电流。一般为 10 mA 左右。

(3) 致命电流。在较短的时间内，危及生命的最小电流称为致命电流。在一般情况下，人体通过 50 mA 的工频电流一定时间就可使人致命。工频 100 mA 的电流通过人体时，心脏就会停止跳动，发生昏迷，很快使人致命。

2. 电流通过人体的持续时间对人体的危害程度

电流通过人体的伤害与电流作用于人体时间的长短有密切的关系。通电时间愈长，触电的伤害程度就愈严重。

3. 电流频率对人体的危害程度

直流电流、高频电流、冲击电流和静电电荷对人体都有伤害作用，其伤害程度一般较工频电流轻。实践证明，频率为 25 ~ 300 Hz 的电流最危险，随着频率的升高危险性将愈小。常

用的 50 ~ 60 Hz 的工频交流电对人体的伤害最为严重。

4. 不同电流途径对人体的危害程度

电流通过心脏会引起心室颤动, 电流较大还会使心脏停止跳动而导致死亡; 电流通过中枢神经或有关部位, 会引起中枢神经系统强烈失调而导致死亡; 电流通过头部会使人昏迷甚至死亡; 电流通过脊髓会使人截瘫。其中以对心脏的危害最严重, 因此, 从左手到前胸的途径最短也最危险。从脚到脚则是危险性相对较小的电流途径。

5. 不同电压的电流对人体的伤害程度

当人体电阻数值一定时, 作用于人体的电压愈高, 则通过人体的电流就愈大。如果作用于人体的电压升高, 人体电阻将会急剧下降, 于是通过人体的电流会迅速增加, 对人体的危害程度更严重。

1.1.3 安全电压和安全用具

1. 安全电压

人体承受的电压越低, 通过人体的电流越小。当电压低于某一定值后, 就不会造成触电了。不带任何防护设备, 对人体各部分组织均不造成伤害的电压值, 称为安全电压。

世界各国对于安全电压的规定不尽相同。有 50 V、40 V、36 V、25 V、24 V 等, 其中以 50 V、25 V 居多。国际电工委员会(IEC)规定安全电压限定值为 50 V, 25 V 以下电压可不考虑防止电击的安全措施。

我国规定 36 V、24 V、12 V 三个电压等级为安全电压级别, 以供不同场所使用。

安全电压的规定是从总体上考虑的, 对于某些特殊情况、某些人也不一定绝对安全。所以, 即使在规定的安全电压下工作, 也不可粗心大意。

2. 安全用具

电工安全用具用来直接保护电工人员的人身安全, 常用的有绝缘手套、绝缘靴、绝缘棒三种。

(1) 绝缘手套。

绝缘手套用绝缘性能良好的特种橡胶制成, 有高压、低压两种, 用于操作高压隔离开关和油断路器等设备, 以及用于在带电运行的高压电气和低压电气设备上工作时, 预防接触电压。

使用绝缘手套时要进行外观检查, 检查有无穿孔、损坏, 不能用低压手套操作高压。

(2) 绝缘靴。

绝缘靴也是用绝缘性能良好的特种橡胶制成, 用于带电操作高压电气设备或低压电气设备时, 防止跨步电压对人体的伤害。

使用绝缘靴时要进行外观检查, 不能有穿孔损坏, 要保持在绝缘良好的状态。

(3) 绝缘棒。

绝缘棒又称绝缘杆、操作杆或拉闸杆, 一般用电木、胶木、环氧玻璃布棒等材料制成, 主要用于操作高压隔离开关、跌落式熔断器, 安装和拆除临时接地线以及测量和试验等工作。常用的规格有: 500 V、10 kV、35 kV 等。

使用绝缘棒要注意: 棒表面要干燥、清洁; 操作时应戴绝缘手套, 穿绝缘靴, 站在绝缘垫上; 绝缘棒规格应符合要求。

1.2 触电的原因与救护

触电分为直接接触电和间接接触电两种情况。为了最大限度地减少触电事故的发生,应该充分了解触电的原因与形式,从而提出预防触电的措施及触电后应采取的救护方法。

1.2.1 触电原因

不同的场合,引起触电的原因也不一样,常见的触电原因主要有下面几种情况。

1. 线路架设不合规格

为节省电线而采用一线一地制送电,当接地零线被拔出、线路发生短路或接地不良时,均会引起触电;室内外线路对地距离、导线之间的距离小于容许值,通电线、广播线与电力线间隔距离过近或同杆架设,线路绝缘破损等而引起触电。

2. 电气操作制度不严格

不采取可靠的保安措施,带电操作;不熟悉电路和电器,盲目修理;救护已触电的人时自身不采取安全措施;人体与带电体过分接近,又无绝缘措施或屏护措施,在架空线上操作,不在相线上加接临时接地线时都会引起触电。

3. 用电设备不符合要求

电器设备内部的绝缘性能低或已损坏,金属外壳无保护接地措施或接地电阻太大。开关、熔断器误装在中性线上,一旦断开,使整个线路带电;开关、闸刀、灯具、携带式电器绝缘外壳破损等,可能引起触电。

4. 用电不规范

在室内违规乱拉电线,乱接电器用具;随意加大熔断器熔丝规格;在电线上或电线附近晾晒衣物;在电线(特别是高压线)附近打鸟、放风筝;未断电源时移动家用电器;打扫卫生时,用水冲洗或用湿布擦拭带电电器或线路而导致触电。

1.2.2 触电预防

1. 直接接触电的预防

(1) 绝缘措施。

良好的绝缘是保证电气设备和线路正常运行、防止触电事故的重要措施。选用绝缘材料必须与电气设备的工作电压、工作环境和运行条件相适应。例如,新装或大修后的低压设备和线路,绝缘电阻不应低于 $0.5\text{ M}\Omega$; 高压线路和设备的绝缘电阻不低于 $1000\text{ M}\Omega$ 。

(2) 屏护措施。

采用屏护装置,如电器的绝缘外壳、金属网罩、金属外壳,变压器的遮栏、栅栏等,将带电体与外界隔绝开来。注意,凡金属材料制作的屏护装置,应妥善接地或接零。

(3) 间距措施。

带电体与地面之间、带电体与其他设备之间,应保持一定的安全间距。安全间距的大小取决于电压的高低、设备类型、安装方式等因素。