

普通高等教育“十一五”规划教材

电工、电子技术实习与课程设计

(第二版)

徐磊 杨铮 主编 华容茂 主审



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

普通高等教育“十一五”规划教材

电工、电子技术实习与课程设计

(第二版)

徐磊 杨铮 主编 华容茂 主审



中国电力出版社

www.infopower.com.cn

内容提要

本套书根据教育部制定的《电路与电子技术》课程教学的基本要求,由多名在以培养应用型人才为主要目的高等学校中从事计算机类、电子类和电气类课程的老师编写,共分《电路与模拟电子技术》、《数字电子技术与逻辑设计》及《电工、电子技术实习与课程设计》三册。

本册为《电工、电子技术实习与课程设计》,其内容包括实习和课程设计的目的、意义及要求,安全用电,常用电工工具、仪表的使用,常用电工材料,低压电路元件,电子元器件,常用电子仪器,电子产品的安装、调试与测量技术, Multisim 2001 计算机仿真,最后还有实习、课程设计课题汇编。

本书内容涵盖多个专业教学要求,是以介绍应用知识为主的实践性教材,适合各类大专院校师生阅读,也可供广大业余电子爱好者自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

电工、电子技术实习与课程设计/徐磊、杨铮主编. —2 版. —北京:中国电力出版社, 2006.9

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 7-5083-4663-7

I. 电... II. ①徐... ②杨... III. ①电工技术-高等学校-教学参考资料 ②电子技术-高等学校-教学参考资料 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 084882 号

丛 书 名: 普通高等教育“十一五”规划教材

书 名: 电工、电子技术实习与课程设计(第二版)

出版发行: 中国电力出版社

地 址: 北京市三里河路 6 号

邮政编码: 100044

电 话: (010) 68362602

传 真: (010) 68316497, 88383619

本书如有印装质量问题, 我社负责退换

服务电话: (010) 88515918 (总机)

传 真: (010) 88518169

E-mail: infopower@cepp.com.cn

印 刷: 北京市同江印刷厂

开本尺寸: 185×260

印 张: 17.75

字 数: 422 千字

书 号: ISBN 7-5083-4663-7

版 次: 2006 年 9 月北京第 2 版

印 次: 2006 年 9 月第 3 次印刷

印 数: 8001—12000 册

定 价: 25.00 元

版权所有, 翻印必究

第二版前言

《电工、电子技术实习与课程设计（第二版）》是在原教科书的基础上组织修订的。该书的修订主要基于以下两个方面的原因：①随着电路仿真软件的发展，原书中介绍的电路仿真软件 EWB 5.0 已不适应时代发展的需要，现在一般都使用 Multisim 软件进行电路的仿真，Multisim 的元器件模型种类多且齐全，特别是提供了较先进的设计功能，加强了数字电路的仿真能力。②自本书出版以来，全国电工、电子实践类教学环节的教学内容有了较大的变化，为了更好地适应电工、电子实践类教学环节的需要，需要原教材在体系上和质量上以及课题汇编等在原有基础上进一步得到完善和提高。

基于上述考虑，在中国电力出版社的大力支持下，我们对原教材在以下方面进行了调整和修订。

(1) 为使本教材更好地适应当前仿真软件发展的需要，使广大读者在电路仿真的时候能更好地进行操作，特重新编写了第 8 章。

(2) 原教材中给出了 9 个可以实际操作的课题，现根据绝大多数学校的具体教学情况，增加了数字万用表的组装这一实习课题，并对其他课题进行了完善。

(3) 根据老师们的使用反馈意见，对本书中叙述有疏漏的地方进行了更正。

本书在近三年的使用过程中得到了广大教师和学生的充分肯定。本书在内容的安排和难易程度，以及培养学生的动手能力等方面都客观考虑到培养应用型人才的实际情况。为此修订版较好地保留了第一版的编写指导思想及特点，即：①选材新颖、内容丰富、课题广泛；②语言规范、难度适中、针对性强；③内容实用、循序渐进、重视基础。

我们相信《电工、电子技术实习与课程设计（第二版）》的出版将有利于应用型人才的培养，有利于培养应用型人才教学改革的发展以及更好地满足电工、电子实践性教学环节的需要。

《电工、电子技术实习与课程设计（第二版）》在编写过程中得到了第一版的广大读者以及部分使用该教材第一版的兄弟院校同仁的热情支持与帮助，华容茂教授审阅了全部书稿，并提出了许多宝贵意见，在此一并表示感谢。

限于编者水平，加之时间仓促，书中定有不少遗漏与欠缺，恳请读者批评指正。

编 者

第一版前言

本套书是根据教育部制定的《电路与电子技术》课程教学基本要求，由十余所培养应用型人才为主要目的的高等学校中从事计算机类、电子类和电气类课程的老师编写的，共分三册：《电路与模拟电子技术》、《数字电子技术与逻辑设计》、《电工、电子技术实习与课程设计》。编写《电工、电子技术实习与课程设计》时注意了以下几点：

(1) 本书的内容涵盖电类各专业（包括电子类、电气类、机电一体化类、计算机类等）的教学要求。

(2) 本书为实践性教材，因此以应用知识基本技能、基本操作，以及有关的工具材料、仪器仪表的介绍、使用为主。至于在实践中涉及的基础知识、基本理论，教材中较少涉及，望请参阅相关资料。

(3) 教材中给出了9个可以实际操作的课题，它既有实习操作的课题，也有需课程设计，然后再制作成产品的课题。在实际教学时，可以根据学校教学需要与条件选用。

(4) 教学中可能用到的电工电子工具、材料、元件种类繁多，而教材中只给出了部分资料，教学中仅能起查阅、选用的示范作用，更多的资料师生还需自行查阅。

本书由杨铮主编，徐磊担任副主编。第1、2、3章由蒋文昌、顾六平编写。第4、8章由徐磊编写，第5、6、7章由杨铮编写，第9章由蒋文昌、顾六平、张建兵、阎丽华、许玲、陈宗涛、庄丽娟、杨铮、徐磊编写，全书由杨铮、徐磊统稿，在统稿的过程中做了很多修改与补充。华容茂审阅了全部书稿，并提出了许多宝贵意见。徐芹、何军、孙玲玲、邹锦华为本书的录入做了大量的工作，在此表示感谢。

由于编写水平有限，加之时间仓促，书中定有不少遗漏与欠缺，恳请批评指正。

编 者

计算机与艺术图书中心读者服务卡

非常感谢您选择中国电力出版社计算机与艺术类图书，您的支持是对我们工作最大的肯定！
请对我们的图书提出宝贵的意见和建议，以帮助我们不断提升图书质量，继续推出更符合读者需求、更实用、品质更高的计算机与艺术设计类图书。

返回此服务卡后，您将成为“电力IT图书读者俱乐部”的正式会员，并有权参加内容丰富的俱乐部活动，获得优惠的购书折扣，并享受到我们最新的图书出版信息。谢谢！

● 可立即至中国电力出版社计算机与艺术图书中心网站 <http://www.infopower.com.cn>，填写本服务卡，请反馈至 E-mail: ky_market@cepp.com.cn

姓名 _____ 性别 _____ 学历 _____

职业 _____ 职称 _____

年龄 ☐ 10 ~ 20 ☐ 20 ~ 30 ☐ 30 ~ 40 ☐ 40 以上

工作单位 _____

电子邮件 _____ 邮政编码 _____

通信地址 _____

联系电话 _____ 手机 / 小灵通 _____

您经常阅读哪种类型的图书：

☐ 操作系统 ☐ 数据库 ☐ 网络 / 通信 ☐ 程序设计 / 软件开发 ☐ 嵌入式 / 硬件接口

☐ 工业设计 ☐ Web 设计 ☐ 自动化 ☐ 图形图像与多媒体 ☐ 电子技术 ☐ 其他 _____

您对中国电力出版社计算机类图书印象最深的几本图书是：

本书书名：《电工、电子技术实习与课程设计（第二版）》

您对本书的评价：

您认为计算机类图书的价格定位在多少合适？ _____

您最希望我们出版哪些内容的图书？

☐ 操作系统 ☐ 数据库 ☐ 网络 / 通信 ☐ 程序设计 / 软件开发 ☐ 嵌入式 / 硬件接口

☐ 工业设计 ☐ Web 设计 ☐ 自动化 ☐ 图形图像与多媒体 ☐ 电子技术 ☐ 其他 _____

您希望成为我们的作译者吗？

您准备编写的图书名称： _____

您可以翻译的图书类型（从事的专业或研究方向）

您推荐引进出版的 _____

您的其他建议 _____

地址：北京市三里河路6号中国电力出版社计算机与艺术图书中心（100044）

电话：010-88515918 传真：010-88518169 E-mail: ky_market@cepp.com.cn

新书查询、网上购书、售后资讯下载、读者俱乐部最新动态，敬请访问 www.infopower.com.cn

目 录

第二版前言

第一版前言

第 1 章 实习和课程设计的目的、意义及要求	1
1.1 实习的目的和意义	1
1.2 电工、电子实习的要求	1
1.3 课程设计的目的与要求	2
1.4 实习与课程设计的考核与评分	3
第 2 章 安全用电	4
2.1 人身与设备安全	4
2.2 触电种类、原因及急救方法	6
2.3 安全用电与安全技术规程	11
习题	13
第 3 章 常用电工工具、仪表的使用	15
3.1 常用电工工具	15
3.2 电工基本操作技术	22
3.3 常用电工仪表	32
习题	46
第 4 章 常用电工材料、低压电路元件	47
4.1 常用绝缘材料	47
4.2 常用导电材料	48
4.3 线管	54
4.4 一般室内电气线路的安装	54
4.5 常用低压电路元器件	59
习题	74
第 5 章 电子元器件	75
5.1 电子元器件的主要参数	75
5.2 电阻器、电位器	79
5.3 电容器	89
5.4 电感器和变压器	95
5.5 晶体二、三极管	99
5.6 集成电路	110

习题	122
第 6 章 常用电子仪器	123
6.1 直流稳压电源	123
6.2 毫伏表	126
6.3 信号发生器	128
6.4 示波器	131
6.5 晶体管特性图示仪	137
习题	139
第 7 章 电子产品的安装、调试与测量技术	140
7.1 印刷电路板的设计与制作	140
7.2 焊接技术与安装	144
7.3 电子产品的整机装配	148
7.4 电子产品的调试技术	152
7.5 误差分析与测量数据处理	157
习题	160
第 8 章 Multisim 2001 计算机仿真软件	161
8.1 Multisim 2001 概述	161
8.2 Multisim 2001 的主窗口	162
8.3 Multisim 2001 的元器件库和仪器仪表库	166
8.4 Multisim 2001 的仿真分析法	186
8.5 Multisim 2001 在电子设计中的应用	201
习题	211
第 9 章 实习、课程设计课题汇编	213
课题 1 照明线路设计与安装	213
课题 2 指针式万用表的设计与组装	214
课题 3 数字万用表的设计与组装	225
课题 4 晶体管收音机原理与组装	235
课题 5 集成电路调频、调幅收音机组装	243
课题 6 交通灯控制逻辑电路设计	248
课题 7 智力竞赛抢答器电路设计	253
课题 8 数字式温度表电路设计	256
课题 9 数字电子钟设计	261
课题 10 低压电器控制线路安装	267
参考文献	276

第1章 实习和课程设计的目的、意义及要求

1.1 实习的目的和意义

高等职业教育是近几年来我国教育领域迅猛崛起的应用型学科，它的主要任务是：适应就业市场的实际需要，培养生产、服务、管理第一线需要的实用人才。所以，我们的目标也就是将学生培养成符合国家建设发展需要的高素质的一线技术管理和生产管理型人才，既有较高的理论基础又有熟练操作技能，并且能跟上时代的步伐，不断学习新知识，掌握新技术。因此，突出实践，强化技能训练，也是高等职业教育及应用型高等学校的基本要求。

实习是培养学生熟练掌握操作技能的有效途径，应该安排较多的时间，让学生在实践学习中，并在实践中进一步加深对知识的理解。电工、电子技术课程实践性很强，能对电气专业、电子专业、电器专业、计算机专业及机电一体化专业等入学不久的学生进行早期规范化的电工技能训练，着重培养学生分析问题和解决问题的能力，特别是动手能力。使学生通过使用电工电子工具，认识仪器仪表，了解电子元器件，在趣味电子电路的安装制作与调试过程中掌握在生产一线最基本的操作技能，同时提高学生对本专业课程的学习兴趣。

1.2 电工、电子实习的要求

电工、电子实习是电类专业重要的实践性教学环节，是实现应用型电类专业人才培养业务规格的主要手段之一。学生在实习过程中，通过系统的操作训练和生产劳动及政治思想教育，应达到如下要求：

(1) 通过安全教育和电工基本操作、基本技能的训练，掌握常用电气设备的运行、维修与安装的操作技能和工艺知识，掌握触电急救的方法，为进入专业课程学习建立感性知识。

(2) 掌握本专业电工作业的主要工种和电子线路安装调试的基本操作技能，能够正确地使用和调整该工种的一般设备和仪器，能根据原理图、互连图及装配图等技术资料作一般性的独立操作。

(3) 掌握工业企业常用电气装置和电子线路的实际知识及其主要工种的基本操作技能。并注意与生产劳动相结合，重视工艺规程并注意理论联系实际，为后续实践性教学环节打下好的基础。

(4) 通过实习，进行思想教育，使学生逐步树立正确的劳动观点，培养学生的动手能力，使其德、智、体、美、劳全面发展。

为了保证教学实习能正常进行，以达到预期的要求，学生在实习时必须遵守如下规则：

- (1) 在指定的岗位上实习,服从实习指导老师的指导。
- (2) 认真听取实习指导教师的讲解,仔细观察示范操作。
- (3) 严肃认真、细心操作,严格按图纸及工艺要求完成实习作业。
- (4) 注意节约器材,爱护设备和工具并妥善保管。
- (5) 遵守安全操作规程,保持工作岗位整洁。

1.2.1 电工实习的一般要求

1. 常用电工工具和仪表

- (1) 熟悉安全作业规程,了解触电急救和人工呼吸的方法。
- (2) 掌握常用电工工具的使用方法和注意事项。
- (3) 掌握常用电工仪表的使用方法和注意事项。

2. 照明线路

- (1) 了解室内照明布线的作业规范。
- (2) 掌握室内照明用具的安装及正确使用,初步掌握电工操作技能。
- (3) 了解导线的选择和连接方法,安全、正确地进行室内照明布线。

1.2.2 电子实习的基本内容和要求

1. 电子产品的安装、焊接和元器件的检测

- (1) 熟悉电子产品的安装与焊接工艺。
- (2) 了解印刷电路板的设计和制作过程。
- (3) 熟悉常用电子元器件的类别、型号、规格、性能、使用范围及基本的测试方法。

2. 电子线路的测试及电子产品的制作

- (1) 会使用电子仪器、仪表进行电子线路的检测、故障分析和排除。
- (2) 掌握简单电子产品的整机组装及调试方法。
- (3) 了解用计算机绘制电子线路和印刷电路板的排版过程。

1.3 课程设计的目的与要求

课程设计一般是在通过一阶段课程的各教学环节(课堂教学、实习和实验)之后进行的。它含有较多的综合运用理论知识,旨在训练与培养学生解决实际问题的能力。课程设计的内容包括收集资料、调查研究、电路设计、安装调试、整理总结及写出完整的设计报告。具有一定的工作量。课程设计应达到如下要求:

(1) 初步掌握电工、电子、电路分析和设计的基本方法。根据设计任务和指标,初选电路,通过调查研究、设计计算,确定电路方案。

(2) 培养自学能力和独立分析问题、解决问题的能力。在基本确定基本方案之后,查阅手册,选择元件,安装电路,拟订电路的调试方案与步骤。通过“观察、判断、试验、再判断”的方法解决问题。

(3) 在课程设计的过程中,归纳并掌握电子电路的设计、生产流程,以及安装、布线、

焊接等基本技能必须达到的规范化要求。

(4) 巩固常用电子仪器的正确使用方法。正确使用直流稳压电源、信号发生器、示波器、元件参数测试仪等仪器仪表,用它们测试电子器件和电路参数,正确记录并分析实验结果。

(5) 进行严格的科学训练和工程设计实践。培养实事求是的科学作风,建立工程实践中应有的生产观点、经济观点和全面观点。

(6) 写出符合教学要求的课程设计报告。

1.4 实习与课程设计的考核与评分

1.4.1 实习的考核与评分

电工、电子实习是一项技能训练,同时也是素质教育的一个重要方面。实习指导老师在评分时应综合学生实习的各项成绩、实习态度、知识水平及纪律等各方面,给出总成绩,分为优、良、中、及格、不及格五等,并记入成绩册。学分制的根据相关规定折合成学分记入成绩册。

电工、电子实习考核与评分由以下三部分综合:

(1) 实习态度、实习内容和实习报告(70%)。学生的实习态度是首要的,它是整个实习顺利进行的保证,也是素质教育的重要表现,所以应结合实习态度对学生的实习内容及实习报告进行评分。

(2) 理论部分(20%)。以实习时所涉及的理论知识作为考核内容。

(3) 纪律、卫生和安全文明生产(10%)。

1.4.2 课程设计的考核与评分

课程设计的考核也应综合学生在课程设计的各阶段的情况给出总成绩。一般也分优、良、中、及格、不及格五等,并记入成绩册。学分制的则根据相关规定折合成学分记入成绩册。

课程设计的考核及评分建议:

1. 课程设计的理论设计部分(50%)

方案选择的科学性、先进性、实用性、经济性,计算的准确性,调试方案的合理性等。

2. 课程设计的实践制作水平(30%)

这是电路安装、调试的过程及其最后“成品”的质量水平,以及完成这一过程的速度、过程中解决问题的能力与水平的综合体现。

3. 课程设计的说明书(报告)(20%)

能比较全面的完成课程设计的综合要求,并科学、合理的总结出成绩与教训。如果可能,可以安排进行答辩。

第2章 安全用电

凡是与电打交道的人员，必须懂得安全用电常识，才能主动灵活地驾驭电，避免发生触电事故，确保人身及设备的安全。

通过本章内容的学习，要求大家能了解电流对人体的危害及造成触电的原因，能够对触电和其他电灾害采取预防的措施，学会触电事故现场的急救方法。

2.1 人身与设备安全

2.1.1 电气事故的种类和危害

电气事故从劳动保护的角度出发可分为电流伤害事故、电磁场伤害事故、雷电事故、静电事故及其他电路事故。

1. 电流伤害事故

电流伤害事故是人体触及带电导体，电流通过人体而导致的触电伤亡事故。在高压触电事故中，往往是人体与带电体接近到一定距离时，由于击穿放电造成触电伤亡事故。

2. 电磁场伤害事故

电磁场伤害事故是指人体在电磁场的作用下，吸收辐射能量而受到的不同程度的伤害。高频电磁场对人体的主要伤害是引起中枢神经系统功能失调，主要表现为神经衰弱症候群，如头痛、头晕、乏力、睡眠失调、记忆力减退等，高频电磁场还对心血管系统的正常工作有一定影响。电磁场对人体的伤害主要是功能性改变，一般具有可复性特征。

3. 雷电事故

雷电事故是指发生雷击时造成的建筑毁坏、人畜伤亡，以及火灾和爆炸事故。

4. 静电事故

静电事故是指在生产过程中产生的有害静电酿成的事故。静电会在爆炸性混合物的场所发生放电而引起爆炸，还会给人造成一定程度的电击，亦会妨碍生产。

5. 电气设备事故

电路故障即属于电气设备事故，但设备事故往往总是和人身事故联系在一起的。例如，电线短路可能引起火灾、油断路器爆炸可能伴随有重大人身伤亡事故发生等。

2.1.2 电流对人体的伤害

人体是导体，能通过电流。由于人体对电流的反应是很敏感的，只要通过 1mA 的工频交流电或 5mA 直流电，就会有麻、痛的感觉，电流越大，对人体的伤害也越严重。随着电流的大小和部位的不同，触电可分为电击和电伤两种。电击是指电流流过人体，使人体内部组织受到损伤，这种伤害会造成全身发热、发麻、肌肉抽搐、神经麻痹，还会

引起心脏室性纤颤、昏迷，以致呼吸窒息，心脏停止跳动而死亡。电伤是指电流对人体的外部造成局部伤害，它是由于在电流的热效应、化学效应、机械效应及电流本身的作用下，使人体肌肤及肢体受到灼伤、烙伤、以及使熔化和蒸发的金属微粒侵入皮肤而引起的皮肤金属化损伤等，严重的也能使人丧命。触电时电流对人体的伤害程度与下列因素有关。

1. 电流大小

电流是触电伤害的直接因素。一般，当通过人体的工频交流电超过 10mA 时，触电者就不容易自己脱离带电体了，若达到 20~25mA 时则感到麻木、巨痛，超过 50mA 就很危险。若有 100mA 的电流通过人体，则会造成呼吸窒息，心脏停止跳动，直至死亡。

2. 电压高低

人体接触的电压越高，通过的电流越大，对人体的伤害愈严重。但在触电的实际统计中，有 70%以上是在 220V 或 380V 交流电压下触电死亡的。比如，以触电者人体电阻为 1k Ω 计，在 220V 电压下通过人体的电流有 220mA，能迅速将人致死。人们通过大量实践发现，36V 以下的电压对人体没有严重威胁，所以把 36V 以下的电压定为安全电压。

3. 电流通过人体的途径

电流通过心脏会引起心室颤动，较大的电流还会使心脏停止跳动，使血液循环中断导致死亡。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，若电流较大，会对脑产生严重损害，使人昏迷而死亡。电流通过脊髓，会使人瘫痪。电流通过人体的途径中以胸到左手的通路为最危险；从脚到脚是危险性较小的电流途径。

4. 电流作用时间的长短

一般可用触电电流与触电时间的乘积（称为电击能量）来反映触电的危害程度，通电时间愈长，能量积累增加，越容易引起心室颤动。若电击能量超过 50mAs 时，人就有生命危险。因此，当发现有人触电，应迅速使触电人脱离电源。

5. 频率不同的电流

实践证明，直流电对血液有分解作用，高频电流在某种情况下不仅不危险，还可用于医疗，即触电的危险性随着频率的增加而减少，40~60Hz 的交流电最危险。为说明电流频率的高低与触电死亡的关系，这里引用狗做实验的有关数据来证明上述规律，如表 2-1 所示。

表 2-1 触电试验数据表

次 数	电 流 频 率	电 压 (V)	试 验 狗 数	死 亡 率 (%)
1	50	117~120	15	100
2	100	117~120	21	45
3	125	100~121	10	20
4	150	120~125	10	0

6. 人体状况

人体本身的状况与触电伤害程度有着密切关系，可从下面几个情况来考虑：

(1) 性别。女性对电的敏感性比男性高，并且在同等的触电电流下比男性更难摆脱。

(2) 健康情况。心脏病等严重疾病患者比健康人更易受电伤害。

(3) 人体电阻值。影响人体电阻的因素很多,除皮肤厚薄外,皮肤潮湿、多汗、有损伤、带有导电性粉尘等都会降低人体电阻;接触面积加大,接触压力增加也会降低人体电阻;通过的电流加大或通电时间加长,都会增加人体发热出汗,降低人体电阻。

(4) 年龄。在遭受电击时,小孩的伤害程度要比成年人重。

(5) 心理、精神状态。有无思想准备对电的敏感程度有差别。酒醉、疲劳过度、心情欠佳等,往往可以增加触电的伤害程度,且容易造成触电事故的发生。

2.2 触电种类、原因及急救方法

从电流对人体的危害中已经看出,用电必须十分谨慎。“防重于治”是对各种事故应采取的正确态度,对触电事故无疑也应以预防为主。为了最大限度地减少触电事故的发生,我们将从实践出发,分析触电原因,并针对不同情况提出预防措施,以引起读者的注意,保证在平时用电中,遵循客观规律,胆大心细,防患于未然。

2.2.1 触电的种类

人体触及带电体有四种不同的情况,分别为单相触电、两相触电、跨步电压触电和悬浮电路上的触电。

1. 单相触电

人体的一部分在接触一根带电相线时,另一部分又与大地(或中性线)接触,电流从相线流经人体到地(中性线)形成回路,称为单相触电。在我国低压三相四线制中性点接地的系统中,单相触电的电压为220V。在触电事例中,发生单相触电的情况最多,如检修带电线路和设备时,不做好防护或接触漏电的电器设备外壳及绝缘损坏的导线,都会造成单相触电。

2. 两相触电

两相触电是指人体的不同部位同时接触两根带电相线时的触电。这时不管电网中心是否接地,人体都在线电压的作用下触电,这种触电因线电压高。危险性很大。

3. 跨步电压触电

电器设备发生对地短路、电力线断落接地时,会在周围地面形成一个强电场,其电位分布是电位从接地点向周围扩散,逐渐降低,当有人跨进这个区域时,分开的两脚间有电位差,电流从一只脚流进,从另一只脚流出而造成触电,叫跨步电压触电。

4. 悬浮电路上的触电

市电通过有初、次级线圈互相绝缘的变压器后,从次级输出的电压中性线不接地,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,一般不会触电。但在大量的电子设备中,都是以金属底板或印刷电路板做公共接“地”端,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。

2.2.2 触电的原因及其预防

1. 触电的原因

不同的场合，引起触电的原因也不一样，我们根据日常用电的情况，将触电原因归纳为下面几类：

(1) 线路架设不合格格。

1) 采用一线一地制的违章线路架设。在照明电路的架设中，以大地作中性线，只架设一根相线传输电能，叫一线一地制。这种线路非常危险。如有人拔出接地中性线，电流就通过人体入地，造成触电；当线路发生短路时，接地线带电，附近会产生跨步电压伤人，若接地桩接地不良，接地线照样带电，碰触地线也会触电。

2) 无线电设备的天线、广播线、通信线与电力线距离过近（交叉距离不足 1.5m）或同杆架设，如遇断线、碰线，电力线电压传到这些设备上就会使操作人员触电。

3) 室内线破旧、绝缘损坏、敷设不合格格等，容易使人触电或造成相线与中性线碰线短路引起火灾。

4) 电器修理工作台布线不合理，绝缘线被烙铁烫坏，露出带电金属部分，会造成触电。

(2) 用电设备不合要求。

1) 电烙铁、电风扇、电熨斗等家用电器内部绝缘损坏、漏电，外壳上又未加可靠的保护接地线，一旦接触外壳就会触电。

2) 螺口灯头没有保护套，如果将开关错接在中性线上或者将螺口错接在相线上均会使螺口带电，接触灯头就会触电。

3) 开关、插座的外壳破损或床头开关相线绝缘老化，失去防护作用，一旦触及就会触电。

4) 误将家用电器电源线中的零线与外壳保护接地线并联接上两脚插头。如果插头在插座中插反（即零线和保护接地线同时插入相线插孔），就会使机壳带电。这种情况下触电最容易造成死亡。

5) 电器的外壳接地引线太短或接触不良，使得电器漏电时起不到保护作用。

6) 插座安得太低，小孩玩弄插座，造成触电。

7) 吊灯到处临时拉挂使用，容易弄坏导线或灯具外壳，造成触电。

8) 将照明电路中的开关、熔断器安在中性线上，使灯具随时带电，一有接触就会触电。

(3) 电气操作制度不严格、不健全。

1) 没有采取切实的保护措施，带电修理电器。

2) 对电路不熟悉，甚至一知半解，就胡乱冒险修理。

3) 不了解待修电器的工作电压和电路的来龙去脉，盲目修理。

4) 救护他人触电时，不采取防护措施，造成救护者与触电者一起触电。

5) 停电检修电路，刀开关上未挂“警告牌”，后来人员不明情况，误合刀开关，造成触电。

6) 酒后操作容易引起触电。

7) 对电器或元器件进行耐压检测时, 没有先接好电路再开电源, 而是在打开电源后带电接线和测试, 在测试中一不小心就造成触电。

8) 对有大容量电容的线路, 停电后未放电就动手检修, 会使电容器通过人体放电。

9) 操作时, 使用不合格的保护工具, 如用竹杆代替高压绝缘棒, 用普通胶鞋代替绝缘靴等, 也容易造成触电。

(4) 用电不谨慎。

1) 违反布线规程, 在室内乱拉电线, 在使用中不慎造成触电。

2) 换保险丝时, 随意加大规格, 或随意用铜丝代替铅锡合金丝。

3) 在电线上晾晒衣服, 擦破绝缘或使电线断裂, 造成触电。

4) 在高压线附近放风筝, 风筝搭在高压线上, 容易造成触电。

5) 尚未切断电源就去移动台灯、电扇等家用电器, 如果电器漏电就会造成触电。

6) 做清洁工作时, 用水冲洗敷设电线的地方和电器, 或用湿布擦拭会降低其绝缘性能, 引起漏电。

2. 预防触电的措施

针对上面所分析的触电原因, 对症下药, 加以纠正以预防触电。下面根据实际情况, 再提出一些预防触电的重要措施:

1) 各种电器的金属外壳, 必须加接良好的保护接地, 并使保护接地电阻符合要求。

2) 随时检查电器内部电路与外壳间的绝缘电阻。凡绝缘电阻不合要求的, 应立即停止使用。

3) 在配电盘、开关柜等电源控制处的地面上, 应垫上绝缘胶垫或干燥木板。

4) 室内线路必须采用良好的绝缘导线。

5) 熔丝、电线横截面积的选择必须符合电路载流量的要求。

6) 各种用电设备的安装必须按照规定的高度和距离施工。

7) 检修线路前, 必须在相线上装好临时接地线或在拉闸处挂上“警告牌”, 牌上应写明“有人操作, 严禁合闸”字样。

8) 电线起火, 首先切断电源, 再用黄沙、四氯化碳、二氧化碳等材料灭火, 不能在灭火时轻易用水去冲线路和电器。

9) 电器修理工作台上的电路, 要用钢管或木槽板配线。一般不要用塑料套管, 因塑料管容易被电烙铁烫坏。更不允许不加套管直接在工作台上布线。

10) 电烙铁电源线不能用塑料软线, 应用花线, 因塑料软线的绝缘层容易被烙铁烫坏。

2.2.3 急救方法

发生了人身触电事故, 应当立即进行抢救。对于抢救者来说, 应当做到:

(1) 迅速将触电人脱离电源。

(2) 一旦脱离电源, 应立即就地进行人工呼吸, 千万不要长途送往医院或供电部门去抢救。如果电伤严重需要送医院, 在途中也不能停止抢救, 抢救越及时, 触电救活的希望就越大。

(3) 抢救时必须准确地进行人工呼吸, 否则就不能达到抢救目的。

(4) 只要有一线希望, 就要尽力去抢救。抢救触电人往往需要很长时间, 有时要进行6~7h 才能救活。触电人面色好转、嘴唇逐渐红润、瞳孔缩小、心跳和呼吸恢复正常为抢救有效的指征。

触电抢救的具体方法如下:

(1) 脱离电源的方法。为使触电人迅速脱离电源, 应根据现场具体条件, 果断地采取适当的方法和措施, 但千万不能用手直接去拉触电人, 防止发生救护人触电事故。一般有以下几种方法和措施:

1) 触电现场附近有电源刀开关或电源插头的, 可立即拉开刀开关或拔掉插头。但普通的拉线开关由于只切断一根线, 不能肯定切断的是火线, 所以不能认为一定是切断了电源, 应特别注意。

2) 当有电线在人身上时, 要用干燥的木棍、竹竿或其他绝缘物体将电源线挑开, 使触电人脱离电源。

3) 如果开关距离触电地点很远, 可穿绝缘鞋, 用带绝缘握柄的钢丝钳剪断电线。但要注意剪断的电源线要用黑胶布包好, 免得再引起触电事故。

4) 如果人在较高处触电, 应迅速拉开电源开关, 或用电话通知当地电业部门停电, 同时采取保护措施, 防止切断电源后, 触电人从高处摔下来。

(2) 对症抢救的原则。将触电者脱离电源后, 立即移到通风的地方, 使其仰卧, 迅速鉴定触电者是否有心跳、呼吸。可用耳朵贴近触电者胸部听是否有心跳, 或用手摸颈动脉和腹股沟处的股动脉有无搏动; 用头发或薄纸放在触电者鼻孔处, 检查是否还有呼吸。抢救要不停顿地进行。如果电伤严重, 在送往医院的途中也不能停止抢救, 直至心跳、呼吸恢复。

1) 若触电人神志清醒, 但感到全身无力、四肢发麻、心悸、出冷汗、恶心, 或一度曾昏迷, 但未失去知觉时, 不要做人工呼吸, 应将触电人抬到空气新鲜、通风良好的地方舒适地躺下休息1h, 让他慢慢地恢复正常。这时要注意保温, 并做严密观察。若发现呼吸与心跳不规则, 应迅速设法抢救。

2) 触电者呼吸停止但有心跳, 应该用口对口或摇臂压胸人工呼吸法抢救。

3) 若触电者心跳停止但有呼吸时, 应该用胸外心脏挤压法抢救。

4) 若触电者呼吸、心跳都已停止时, 需同时进行胸外心脏挤压与口对口人工呼吸。配合的方法是, 做一次口对口人工呼吸后, 再做四次胸外心脏挤压。

(3) 人工呼吸法。人体触电以后, 绝大多数出现假死现象, 如心跳停止、呼吸停止、瞳孔散大等, 应当迅速使用人工呼吸法进行抢救。在做人工呼吸之前, 首先要抓紧时间做好几项准备工作:

1) 检查触电者口腔内是否有食物, 呼吸道是否堵塞, 特别要注意清理触电者喉头部分是否有痰堵塞。

2) 解衣扣, 松裤带, 摘下假牙。

3) 维持好现场秩序。

口对口人工呼吸的目的是, 用人工的方法促使肺部有节律地膨胀和收缩, 强迫气体交换, 供给足够氧气, 充分排出二氧化碳。这样能使触电人的组织细胞得到氧气, 生命得以拯救。具体操作要领如下: