

中等职业学校机电类规划教材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



专业基础课程与实训课程系列

维修电工与实训 ——初级篇

(第2版)

金国砥 主编

俞艳 鲁晓阳 副主编

BASIC & TRAINING



- 情景模拟——呈现生活生产实际
- 基础知识——以必需够用为原则
- 操作分析——有的放矢地学与做
- 任务总结——学生为主教师为辅



人民邮电出版社

POSTS & TELECOM PRESS

中 等 职 业 学 校 机 电 类 规 划 教 材

ZHONGDENG ZHIYE XUEXIAO JIDIANLEI GUIHUA JIAOCAI



专业基础课程与实训课程系列

维修电工与实训 ——初级篇

(第2版)

人 民 邮 电 出 版 社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

维修电工与实训. 初级篇 / 金国砥主编. — 2版
— 北京: 人民邮电出版社, 2010.5
中等职业学校机电类规划教材. 专业基础课程与实训
课程系列
ISBN 978-7-115-22296-1

I. ①维… II. ①金… III. ①电工—维修—专业学校—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第036951号

内 容 提 要

本书是中等职业学校机电类专业的一门技能实训教材,其目的和任务是使学生理解专业理论知识,熟练掌握电工基本操作技能(取得初级工等级证书),提高分析问题、解决问题及动手实践的能力,养成科学的工作方法、学习方法以及良好的职业道德意识,培养学生的职业技能,提高学生的综合素质。

本书分安全用电及抢救技能、电工工具和仪表的识别与使用、电工基本操作技能、室内电气线路操作技能、常用低压电器操作技能、直流稳压电源操作技能、三相异步电动机操作技能、典型电气控制线路操作技能8个项目20个任务。

本书可作为中等职业学校实用电工技能训练的教材,也可供相关培训班学习参考。

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列

维修电工与实训——初级篇(第2版)

- ◆ 主 编 金国砥
副 主 编 俞 艳 鲁晓阳
责任编辑 李海涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街14号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京鑫正大印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.75
字数: 373千字
印数: 40 001—44 000册
- 2010年5月第2版
2010年5月北京第1次印刷

ISBN 978-7-115-22296-1

定价: 24.50 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

中等职业学校机电类规划教材

专业基础课程与实训课程系列教材编委会

主 任 曹根基

副 主 任 陈拥贤 杜德昌 韩满林 华永平 金国砥
李乃夫 么居标 倪森寿 周兴林

委 员 蔡慈明 蔡奕斌 陈晓红 陈银梅 方张龙
费新华 高长春 耿德普 胡晓晴 江 潮
姜玉柱 孔令秋 李光前 李为民 李现新
林永康 刘 岳 刘胜贤 刘振海 骆子石
马旭洲 石大锁 石秋洁 苏 毅 苏根良
王建国 王锦亚 王杏珍 邬建忠 徐冬元
徐晖鸣 徐玉华 许长斌 许学慧 杨海祥
杨小平 杨永传 易培林 于建华 俞 良
俞洪海 张国军 张继军 张赛梅 章学军
章振周 郑德荣 周德仁 周利增 周晓杜
朱 宏

本书编委 金国砥 俞 艳 鲁晓阳 吴国良 巫 静
金 成 夏经武 严珉峭 金 帆

丛书前言

我国加入 WTO 以后,国内机械加工行业和电子技术行业得到快速发展。国内机电技术的革新和产业结构的调整成为一种发展趋势。因此,近年来企业对机电人才的需求量逐年上升,对技术工人的专业知识和操作技能也提出了更高的要求。相应地,为满足机电行业对人才的需求,中等职业学校机电类专业的招生规模在不断扩大,教学内容和教学方法也在不断调整。

为了适应机电行业快速发展和中等职业学校机电专业教学改革对教材的需要,我们在全国机电行业和职业教育发展较好的地区进行了广泛调研;以培养技能型人才为出发点,以各地中职教育教研成果为参考,以中职教学需求和教学一线的骨干教师对教材建设的要求为标准,经过充分研讨与精心规划,对《中等职业学校机电类规划教材》进行了改版,改版后的教材包括 6 个系列,分别为《专业基础课程与实训课程系列》、《数控技术应用专业系列》、《模具制造技术专业系列》、《计算机辅助设计与制造系列》、《电子技术应用专业系列》和《机电技术应用专业系列》。

本套教材力求体现国家倡导的“以就业为导向,以能力为本位”的精神,结合职业技能鉴定和中等职业学校双证书的需求,精简整合理论课程,注重实训教学,强化上岗前培训;教材内容统筹规划,合理安排知识点、技能点,避免重复;教学形式生动活泼,以符合中等职业学校学生的认知规律。

本套教材广泛参考了各地中等职业学校的教学计划,面向优秀教师征集编写大纲,并在国内机电行业较发达的地区邀请专家对大纲进行了多次评议及反复论证,尽可能使教材的知识结构和编写方式符合当前中等职业学校机电专业教学的要求。

在作者的选择上,充分考虑了教学和就业的实际需要,邀请活跃在各重点学校教学一线的“双师型”专业骨干教师作为主编。他们具有深厚的教学功底,同时具有实际生产操作的丰富经验,能够准确把握中等职业学校机电专业人才培养的客观需求;他们具有丰富的教材编写经验,能够将中职教学的规律和学生理解知识、掌握技能的特点充分体现在教材中。

为了方便教学,我们免费为选用本套教材的老师提供教学辅助光盘,光盘的内容为教材的习题答案、模拟试卷和电子教案(电子教案为教学提纲与书中重要的图表,以及不便在书中描述的技能要领与实训效果)等教学相关资料,部分教材还配有便于学生理解和操作演练的多媒体课件,以求尽量为教学中的各个环节提供便利。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前中等职业学校的教学工作,并希望能得到职业教育专家和广大师生的批评与指正,以期通过逐步调整、完善和补充,使之更符合中职教学实际。

欢迎广大读者来电来函。

电子函件地址: lihaitao@ptpress.com.cn, liushengping@ptpress.com.cn

读者服务热线: 010-67143761, 67132792, 67184065

前言

职业技术教育的根本属性是它的实践性,其质量主要体现在学生专业技能、技巧的熟练程度上。因此,实践教育是职业技术教育不可或缺的一种教学形式。加强学生操作技能的训练,在动手实践中练就过硬的本领,缩短由学生到劳动者之间的距离,是职业学校提高教育水平的关键。

我国有句名言:“万丈高楼平地起”,只有打好地基,才能盖好高楼大厦。作为一名优秀的电工也是这样,只有掌握好电的基本知识和技能,才能让电更好地服务于人类、服务于社会。

第2版在前版的基础上,按照“以情蹊径、图文并茂、深入浅出、知识够用、突出技能”的思路编写,全面提高学生素质,重点培养学生能力,突出能力本位的职业教育思想,满足实际应用需求;紧扣大纲,理论联系实际,体现学以致用原则,应用性强;文句力求简练,通俗易懂,图文并茂,更具直观性;体系结构上采用模块结构,体现学习过程的连贯性、针对性和选择性;方法上注意学生兴趣,融知识、技能于兴趣之中。

本书以中机电类学生所必备的基本知识为主线,分安全用电及抢救技能、电工工具识别与使用、电工基本操作技能、室内电气线路操作技能、常用低压电器操作技能、直流稳压电源操作技能、三相异步电动机操作技能和典型电气控制线路操作技能8个项目20个任务,并在任务中分情景模拟、基础知识、操作分析、任务总结和思考与练习5个内容展开,引导学生学习与操练。

(1)情景模拟:以生活或生产情景的呈现,引出学习任务,以激发学生兴趣,引发学习动机,诱发探究欲望。

(2)基础知识:以“必需够用”为原则,围绕学习任务,将相关知识和技能传授给学生,激活学生的技能(知识)储备。

(3)操作分析:简析操作技能要点,让学生(读者)明确学习目标,引导学生循路探真、有的放矢地学与做。

(4)任务总结、思考与练习:为使学生及时了解自己学习情况,以学生为主、教师为辅,进行讨论、评价所学基本技能的掌握程度。

本书由金国砥任主编,俞艳、鲁晓阳任副主编,杭州中策职业学校吴国良参加了项目八的编写工作,衢州市技师学院巫静参加了项目二的编写工作,杭州师范大学美术学院金成负责插图绘制。在本书编写过程中,还得到方云飞、严珉峭、金帆等同志的支持和帮助,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在不足或缺陷之处,恳请读者批评指正。

编者

2010年1月

目 录

绪论	1
项目一 安全用电及抢救技能	4
任务一 安全用电	4
任务二 节约用电与电气管理	23
任务三 触电现场的抢救	31
项目二 电工工具和仪表的识别与使用	37
任务一 电工工具的识别与使用	37
任务二 电工仪表的识别与使用	43
任务三 电能仪表的识别与使用	52
项目三 电工基本操作技能	61
任务一 导线的连接	61
任务二 导线的敷设	73
任务三 电工图的识读	82
项目四 室内电气线路操作技能	97
任务一 室内电气线路的施工	97
任务二 室内电气线路的检修	113
项目五 常用低压电器操作技能	123
任务一 低压配电电器的选用	123
任务二 低压控制电器的选用	133
项目六 直流稳压电源操作技能	150
任务一 直流稳压电源的制作	150
任务二 直流稳压电源的检修	161
项目七 三相异步电动机操作技能	168
任务一 三相异步电动机的选用与安装	168
任务二 三相异步电动机的拆装与维护	178
项目八 典型电气控制线路操作技能	192
任务一 基本控制线路类型及故障检修方法	192
任务二 全压起动控制线路的安装	199
任务三 其他起动控制线路的安装	212
附录 维修电工国家职业技能鉴定 标准(初级工)	224

绪 论

电能是现代应用最广泛的一种能量形式,这种能量形式具有许多优点。它的产生、变换比较经济,传输、分配比较容易,使用、控制比较方便。因此电能已成为人类生活、工作中不可以缺少的物质,人类社会已步入电的时代。

维修电工与实训作为一门课程,它具有电学中最基本的内容,同时又是电学基本理论的进一步应用。学好这门课就有必要了解它的性质、任务和内容,自觉遵守实训(实习)工场的各项规定。

一、课程性质和任务

维修电工与实训课程是中等职业学校实用电工(机电)类专业的一门重要的技能课程。

维修电工与实训课程的主要任务是使学生理解本专业理论知识,掌握触电现场急救、工具及仪表的使用和电工基本操作的方法,能对三相异步电动机进行正确使用、维护,能对典型电气控制线路进行装接;指导学生进行室内照明、动力线路的安装与故障排除;使学生能对常用低压电器、直流稳压电源故障进行分析和处理等。

维修电工与实训课程的主要目的是提高中等职业学校学生的独立实践操作能力;依据理论与实训相结合的原则,学习电气安装、维修的实际操作技能,并取得工人技术等级证书;提高学生的综合素质,为增强适应职业变化的能力和继续学习的能力打下良好的基础。

二、课程主要内容

本书包括以下 8 个方面。

1. 安全用电及急救技能。主要讲述触电对人的伤害与预防措施、安全用电与电气消防知识;进行电火灾自救和触电现场急救技能教学。
2. 工具与仪表操作技能。主要讲述电工常用工具与仪表的结构及其使用方法;进行电工工具、万用表、兆欧表、钳形电流表和电能表识别与使用的技能教学。
3. 电工基本操作技能。主要讲述室内导线敷设的一般要求和工序、导线敷设的方法和电工用图的基本知识;进行导线绝缘层的剖削、连接、绝缘层恢复,塑料护套线配线、灰层配线、管配线、瓷瓶配线及电工用图的识读的技能教学。
4. 室内电气线路操作技能。主要讲述室内照明与动力线路安装方面的知识;进行室内照明与动力线路的施工及其线路的故障分析与排除的技能教学。
5. 常用低压电器操作技能。主要讲述低压开关电器、低压熔断器、低压继电器的基本结构及其检修方面的知识;进行了低压开关电器、低压熔断器、低压继电器检修操作的技能教学。
6. 直流稳压电源操作技能。主要讲述直流稳压电源的基本组成;进行直流稳压电源常见故障

分析与处理的技能教学。

7. 三相异步电动机操作技能。主要讲述三相异步电动机的结构原理及其正确使用、维护等方面的知识；进行三相异步电动机使用、维护及电动机绕组重绕的技能教学。

8. 典型电气控制线路操作技能。主要讲述典型电气控制线路及其安装等方面的知识和技能。

三、实训场所要求

维修电工与实训课程一般是在实训（实习）工场进行，它有别于教室。在这个特定的教学环境中，重点培养学生一丝不苟的严谨的工作作风，加强劳动观念，遵守实训纪律，爱惜劳动成果和爱护国家财物。为此，让我们走进实训（实习）场所，去看看环境（见图 0.1 和图 0.2）、了解具体要求。

1. 实训纪律

（1）尊重和服从实训指导教师（师傅）的统一安排和领导。

（2）不迟到、不早退、不旷课，有事请假。

（3）实训工场内要保持安静，严禁大声喧哗、嬉笑和吵闹，严禁做与实习无关的事。

2. 岗位责任制

学生实习期间，实行“三定二负责”（即定人、定位、定设备，负责工具保管、负责设备保养），不允许擅自调换工作台和设备，不得随便走动。

3. 安全操作规程

（1）熟悉电源控制装置，当出现故障时能迅速切断电源。交直流电源不能接错，直流电源不能接反。

（2）实验实训前要预习实验内容，熟悉实验设备，防止实验值超过额定值而损坏电器设备。熟悉电路的接线方式，防止接错电路，特别要防止短路故障。

（3）进入实验实训室要保持安静，爱护实验设备、器材。实验时，器材摆放整齐，用完后归还原处。

（4）认真阅读仪器、仪表的说明书，在老师的指导下正确操作。不懂时，不要随便操作仪器、仪表，以免损坏。不得操作与本次实验无关的仪器、仪表。

（5）仪表更换量限时，不得带电操作，不可触摸裸露带电部分。电路安装好后，应在老师的指导下，接通电源，进行测试，不得自行通电。

（6）实验实训完成后，所用仪器、仪表的电源应全部分断。

（7）认真做好实验实训记录，完成实验实训报告。

4. 工具保管制度

（1）发给个人的实训（实习）工具，必须做到爱护使用。

（2）集体使用工具，必须办理借用手续，用过即还，不得私自存放、妨碍别人使用。

（3）对于精密仪器，一定要按指导教师（师傅）的要求使用。

（4）对于易耗工具的更换，必须执行以坏换新的制度。

（5）每次实训（实习）结束后，清点仪器和工具、擦干净、办好上缴手续。若有损坏或遗失，根据具体情况赔偿并扣分。

5. 工场设备卫生制度

- (1) 实训(实习)场地要做到“三光”,即地面光、工作台光、机器设备光。
- (2) 设备、仪表、工具一定要健全保养,做到经常擦洗、加油,以保证实训(实习)的正常进行。
- (3) 实训(实习)结束后,要及时清除各种污物,且不准随便乱倒。
- (4) 对打扫不干净者,指导教师(师傅)、学生干部要教育其重新清扫。



图 0.1 优静的学习环境,是读书的好地方



图 0.2 学习操练先人一步,顶岗应用胜人一筹

安全用电及抢救技能

华灯初上，夜色阑珊，当你津津有味地看电视、听广播，唱卡拉 OK、玩电子游戏时，你对黑夜和沉寂已觉陌生，因为有了电！是啊，洗衣机、电饭煲、电风扇、空调器、电梯、电车……衣食住行中处处有“电”的身影，我们正处于电的时代。但是当你不注意安全用电，不注意安全防范，那些给你带来光明、带来欢乐、带来财富的“福星”就可能变成面目狰狞的恶魔。

通过本项目一些案例的学习（操练），了解触电的原因和方式，初步学会触电急救与电火灾扑救的方法，掌握安全用电的知识。

知识目标

- 了解电对人的伤害及防范措施。
- 熟悉安全用电与电气消防知识。



技能目标

- 掌握触电现场的诊断法，能正确地进行触电现场急救。
- 能进行电火灾现场的抢救与自救。

任务一 安全用电

情景模拟

“身体健康、生活美好”是每个人的愿望，但人们的一时疏忽，往往会使祸从天降，伤害健康的身体，破坏美好的生活。

2003 年 11 月 14 日 9 时，某市郊电线被风刮断，掉入水田，造成一家祖孙三代触电身亡。

2004 年 7 月 7 日 9 时，某厂熔窑停产检修，电焊工突然触电，从高空坠落身亡。

2004 年 4 月 8 日上午 11 时，电气违章的某私宅，发生电火灾，将新建不到 2 年的 4 间房屋烧成灰烬。

您知道吗？那些触电、火灾的起因都是“电”。用电不当，不注意安全防范，给人类带来光明、带来欢乐、带来财富的“福星”就可能变成面目狰狞的恶魔。那么我们应该怎样正确地用好电、避免发生触电或电气火灾事故呢？让我们一起来学习安全用电方面的知识吧！



基础知识



触电与触电案例、电火灾与电火灾案例、触电与电火灾的防范，以及相关阅读知识等。

知识链接 1 触电与触电案例

随着我国经济的迅速发展,人民生活不断改善和提高,电气化程度也越来越高。在日常生活、生产中,人们经常接触各类电气设备。由于缺乏安全用电知识,不遵守安全用电的规章制度,触电事故时有发生。为了用好电、管好电,每名电工必须了解忽视安全用电对人的伤害,以及如何预防触电事故的发生等知识。

1. 触电

(1) 触电的形式。因人体接触或接近带电体,所引起的局部受伤或死亡的现象称为触电。触电的形式有3种,分别为单相触电、两相触电和跨步电压触电,如图1.1所示。



图 1.1 3 种触电的形式

① 单相触电。指人体的某一部位碰到相线或绝缘性能不好的电气设备外壳时,电流由相线经人体流入大地的触电现象,如图1.1(a)所示。

② 两相触电。指人体的不同部位分别接触到同一电源的两根不同相位的相线,电流由一根相线经人体流到另一根相线的触电现象,如图1.1(b)所示。

③ 跨步电压触电。指电气设备相线碰壳接地或带电导线直接接触地时,人体虽没有接触带电设备外壳或带电导线,但是跨步行走在电位分布曲线的范围内而造成的触电现象,如图1.1(c)所示。

(2) 电流对人体的伤害类型。电流对人体有电击和电伤两种伤害类型。

① 电击。人体是导体,人体的电阻在各种不同情况下是不同的($600\Omega \sim 100k\Omega$)。当人体接触带电体时,电流就通过人体与大地或其他导体形成闭合回路,如图1.2所示。电流流过人体内部器官时,器官就会受到电流的刺激和伤害,严重时控制心脏和呼吸器官的中枢神经会麻痹,造成休克(假死)或死亡,这就叫电击。这是一种最为严重的触电致死伤害。



图 1.2 电击

② 电伤。当人体直接接触带电体,或虽然没有直接接触带电体但超过规定的安全距离接近高压带电体时,带电体与人体之间闪击放电或电弧波及人体,也会使人体受到电弧灼伤,如图1.3所示,这是电流的热效应造成的;同时,

电流的化学效应还会造成电烙印和皮肤金属化。这种伤害的后果也是十分严重的,轻则烧伤致残,严重时也可能致死。电伤与电击的不同之处,仅在于电流不通过人体内部。

触电时人体受到电流的刺激,肌肉发生痉挛,还可能发生高空坠落摔伤等二次伤害。此外,长期受到电流磁场能量辐射,还可能造成人体不适,引发某些疾病等。

(3) 人体对电的承受能力。电流是造成电击伤害的因素,人体对电的承受能力与以下因素有关。

① 电流的大小和通电的时间。通过人体的电流越大,人体的生理反应就越明显,感觉也就越强烈,危险性就越大。通电的时间越长,一方面可使能量积累越多,另一方面可使人体电阻下降,导致通过人体的电流进一步增加,其危险性也就越大。50 mA 以下的直流电流通过人体,人可以自己摆脱电源;但对于工频电流,按照通过人体电流的大小、通电时间的长短,人体可呈现出不同状态,如表 1.1 所示。

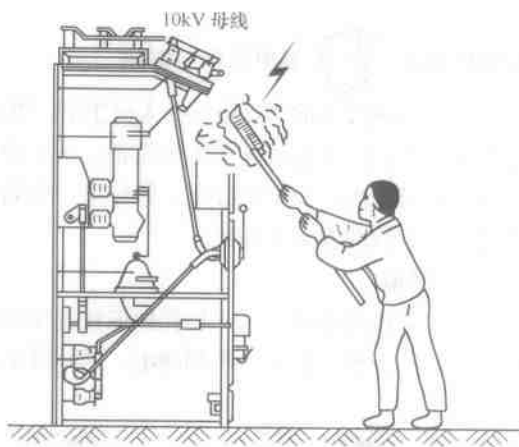


图 1.3 电伤

表 1.1

工频电流对人体作用的分析

电流范围	电流 (mA)	通电时间	人的生理反应
0	0 ~ 0.5	连续通电	没有感觉
A1	0.5 ~ 5	连续通电	开始有感觉,手指、手腕等处有痛感,没有痉挛,可以摆脱带电体
A2	5 ~ 30	数分钟以内	痉挛,不能摆脱带电体,呼吸困难,血压升高,是可以忍受的极限
A3	30 ~ 50	数秒钟到数分钟	心脏跳动不规则,昏迷,血压升高,强烈痉挛,时间过长即引起心室颤动
B1	50 ~ 数百	低于心脏搏动周期	受到强烈冲击,但未发生心室颤动
		超过心脏搏动周期	昏迷,心室颤动,接触部位留有电流通过的痕迹
B2	超过数百	低于心脏搏动周期	在心脏搏动特定的相位触电时,发生心室颤动、昏迷,接触部位留有电流通过的痕迹
		超过心脏搏动周期	心脏停止跳动,昏迷,可能致命的电击伤

注:“0”是没有感知的范围,“A”是感知的范围,“B”是容易致命的范围。

② 通过人体电流路径。电流流过头部,会使人昏迷;电流流过心脏,会引起心脏颤动;电流流过中枢神经系统,会引起呼吸停止、四肢瘫痪等。由此可见,电流流过要害部位,对人都有严重的危害。

③ 通过人体电流种类。通过人体的电流,以工频(25 ~ 300 Hz)电流对人体损害最严重。由此可见,我国广泛使用的 50 Hz 交流电,虽然它对设计电气设备比较合理,但对人体触电的危害不能忽视。

④ 电压的高低。触电电压越高,对人体的危险越大。根据欧姆定理,电阻不变时,电压越高电流就越大,因此,人体触及带电体的电压越高,流过人体的电流就越大,受到的危害就越大,这就是高压触电比低压触电更危险的原因。电力部门规定:凡设备对地电压在 250 V 以上者为高压,对地电压在 250 V 以下者为低压,而 36 V 及以下的电压则称安全电压(一般情况下对人体无危险)。因此,在潮湿环境和特别危险的局部使用的照明工具和携带式电动工具等,如无特殊安全

装置和安全措施,均应采用 36 V 的安全电压。凡在潮湿工作场所或在安全金属容器内、隧道内、矿井内使用的手提式电动用具或照明灯,均应采用 12 V 的安全电压。

⑤ 人体身体状况。电对人体的危害程度与人体身体状况有关,即与性别、年龄和健康状况等因素有很大的关系。一般来说,女性较男性对电流的刺激更为敏感,感知电流和摆脱电流的能力要低于男性。此外,人体健康状态也是影响触电时受到伤害程度的因素。

⑥ 人体的电阻。人体对电流有一定的阻碍作用,这种阻碍作用表现为人体电阻,而人体电阻主要来自皮肤表层。起皱和干燥的皮肤有着相当高的电阻,但是皮肤潮湿或接触点的皮肤遭到破坏时,电阻就会突然减小,并且人体电阻将随着接触电压的升高而迅速下降。

一般情况下,人体的最小电阻可按 $800\ \Omega$ 考虑。

知识拓展 ——触电事故规律与预防对策

□ 触电事故的规律

触电事故的发生往往很突然,而且在极短的时间内造成严重的后果。但触电事故也有一些规律,根据这些规律,可以减少和防止触电事故的发生。触电事故通常的一些规律如表 1.2 所示。

表 1.2 触电事故的一些规律

序	触电事故的规律	原因说明
1	低压设备触电事故多	国内外统计资料表明,低压触电事故远远多于高压触电事故。主要原因是低压设备远远多于高压设备,与之接触的人比与高压设备接触的人多,而且都比较缺乏电气安全知识。应当指出,在专业电工中,情况是相反的,即高压触电事故比低压触电事故多
2	电气连接部位触电事故多	大量触电事故的统计资料表明,很多触电事故发生在接线端子、缠绕接头、压接接头、焊接接头、电缆头、灯座、插销、插座、控制开关、接触器、熔断器等分支线、接户线处。主要是由于这些连接部位机械牢固性较差、接触电阻较大、绝缘强度较低以及可能发生化学反应的缘故
3	携带和移动式设备触电事故多	主要原因是这些设备是在人的紧握之下运行,不但接触电阻小,而且一旦触电就难以摆脱电源;另一方面,这些设备需要经常移动,工作条件差,设备和电源线都容易发生故障或损坏;此外,单相携带式设备的 PE 线与 N 线容易接错,造成触电事故
4	错误操作和违章作业触电事故多	其主要原因是安全教育不够、安全制度不严和安全措施不完善
5	中、青年工人,非专业电工,合同工和临时工触电事故多	主要原因是这些人主要是操作者,经常接触电气设备;而且,这些人经验不足,缺乏电气安全知识,其中有的责任心还不够强,以致触电事故多
6	农村触电事故多	部分省市统计资料表明,农村触电事故约为城市的 3 倍
7	冶金、矿业、建筑、机械行业触电事故多	由于这些行业的生产现场经常伴有潮湿、高温、混乱、移动式设备和携带式设备多以及金属设备多等不安全因素,以致触电事故多
8	6~9 月触电事故多	每年二、三季度,特别是 6~9 月事故多。主要原因是这段时间天气炎热,人体衣单而多汗,触电危险性较大;而且这段时间多雨、潮湿、地面导电性增强,电气设备的绝缘电阻降低;其次,这段时间在大部分农村都是农忙季节,农村用电量增加

□ 预防触电的对策

前面已经讲到发生触电的原因有很多,归纳起来,主要是缺乏电气常识和电器具不合格或安装不合格而造成的。在日常生产、生活中,天天要用电,因此预防触电,做好安全用电,是任何时候也不能疏忽的。

要防止触电事故的发生,首先要严格遵守安全用电的规则,同时也要在安装电器具时采取妥善的措施,

做到以下几点。

(1) 不懂电气装修技术的人,不自己安装或修理电气装置,发现电气线路或电气器具发生故障时,应请专业电工来修。

(2) 凡是产品说明书要求接地(接零)的电器具,应做到可靠的“保护接地”或“保护接零”,并定期检查接地(接零)应良好。有些电器具要根据产品说明要求及整个线路电器具配备情况,加装“保险丝”等保护设备。

(3) 电气工作人员应严格地按照电气安全作业规定进行操作或检修电气器具,修理前必须断开电源。平时应对电气器具经常进行检查,凡不符合要求的电气器具应及时检修或停止使用。若必须带电操作,应采取必要的安全措施且有专人监护等相应的保护措施。

(4) 电灯、电线以及其他电器具,不要靠近炉灶安装,以防长期受热、受潮后,绝缘损坏,漏电伤人。

(5) 室内应使用塑料电线和橡皮电线,不要使用破旧的电线头来连接。电线的接头处应严密包扎上绝缘胶布,不要让电线的金属芯露出来。

(6) 室外的电灯、电线或用电的插座应固定在距地面 1.8 m 以上,装于低处时应装设安全插座,且不能随便移动。

(7) 电线穿墙壁或楼板时,要用瓷管或塑料管保护。房屋漏雨应及时修理,以免电线受潮,漏电起火,如图 1.4 所示。

(8) 不要利用电线杆搭晾棚、瓜架或在电杆、电线上晾晒衣服。电线不要挨近晒衣服、绑烟筒、挂东西等用的铁丝,以免铁丝磨破电线易招触电,如图 1.5 所示。

(9) 不要把牲畜拴在电线杆或电线杆的拉线上,以防止牲畜受惊时把电杆拉倒,弄断电线发生触电。

(10) 如果发现电线断落在地面上,在电线断落点 10 m 以内,人不得进入,也不能用潮湿的木棍、竹竿去接触电源。发现电线断落,应立即报告附近的电业部门做专门的处理,如图 1.6 所示。

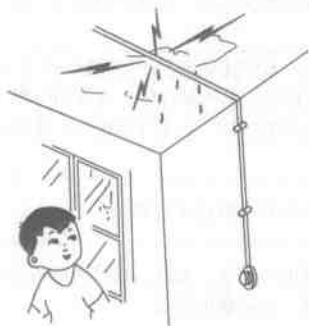


图 1.4 房屋漏雨

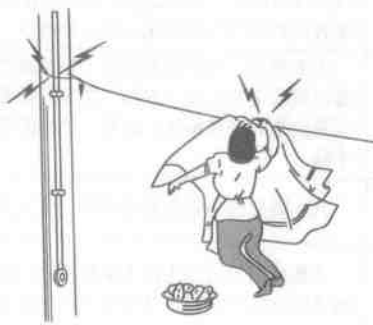


图 1.5 铁丝磨破电线

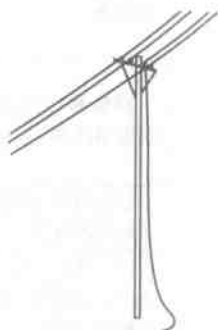
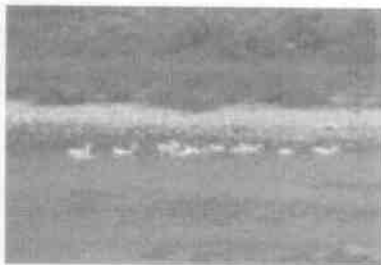


图 1.6 电线断落在地

2. 触电案例

【案例 1】2003 年 11 月 14 日 9 时,某市郊电杆上的电线被风刮断,掉在水田中。一小学生把一群鸭子赶进水田,当鸭子游到落地的断线附近时,一只只死去,小学生便下水田去拾死鸭子,未跨几步便被电击倒;爷爷赶到田边急忙跳入水田中拉孙子,也被击倒;小学生的父亲闻讯赶到,见鸭死入亡,又下田抢救也被电击倒。一家三代均死在水田中。

事故分析:低压线(380 V/220 V 系统)一相断落,落地



点 1 m 附近的跨步电压很高；这些人缺乏电气安全知识，未立即切断电源，造成多人死亡的恶性事故。

事故教训：缺乏安全用电知识，后果严重。要重视安全用电知识教育，避免类似触电恶性事故的重演。

【案例 2】 某厂球阀车间一个操作工发现他的机床带电，严重麻手，无法操作。

事故分析：用万用表测量机床，对地有 29 V 电压。断开该机床电源，仍有 29 V 对地电压，仔细检查未发现任何漏电的地方。当拆除保护接零线时，机床对地电压消失。再测其他机床均有 29 V 对地电压。初步断定带电是由保护接零线引入的。当时，车间点亮 4 盏 220 V、200 W 白炽灯。当逐盏关闭 4 盏电灯时，机床对地电压逐渐下降直至消失，说明带电与零线电流有关。检查零线，发现 25 mm 的铜芯橡皮线与 35 mm 的铝芯橡皮线接头处表面生成一层白色粉末，使接头产生 $9.2\ \Omega$ 的电阻。4 盏照明灯的电流在接头处产生电压降，使车间内零线带上 29 V 对地电压。这个操作工穿布鞋，站立的地方又有积水，虽只有 29 V 电压，也会产生麻手的感觉。



事故教训：此例说明，零线阻抗增大也会导致触电。应重视对电气线路、电气设备的检查和维护。

【案例 3】 2003 年 7 月 7 日 9 时，某厂熔窑停产检修。一名电工和一名焊工配合在高空焊一钢管。电工站在金属梯子上，双手把着铁管一端，电焊工拖过焊把线对铁管另一端进行焊接。焊完后，电焊工从梯子上下来。他一手扶着刚焊好的铁管，另一手去扶金属梯子，突然触电摔倒，从 2 m 多高的梯子上坠落下来，经多方抢救无效不幸身亡。



事故分析：原来电焊机的焊把相线从金属梯子上拉到高处作业点，焊把线外皮破损漏电，使金属梯带电，铁管一端焊完后，铁管已和地连通。当该电工下梯子时，电焊机的空载电压

(70 V) 正加在他的两手之间。

事故教训：①电焊机的二次空载电压，虽然只有 60~70 V，但不是安全电压，故不能麻痹大意。②电焊机的焊把线绝缘必须完好，如有破损，应及时包扎好。③登高电工作业，不能使用金属材料制成的梯凳，而应该使用竹、木、玻璃钢等绝缘材料制成的登高用具，并且要按规定进行预防性试验，以保证检修人员的安全。④焊接时，焊件不应直接用手扶持，应用适当的绝缘夹件夹住或固定。⑤在高空作业时，要有防跌措施，如系安全带、挂接地线和有人监护等，以防止触电者从高处坠落，造成二次事故。

【案例 4】 王某家今年新买一台电风扇，因家中三孔插座已被其他家用电器占用，所以将电扇的三孔插座改装成两孔插座，电扇外壳没有接地。接上电源，电扇转动后，他的儿子看到电扇很高兴，就去摸电扇底座，小孩“哇”的一声倒在电风扇底座边，如图 1.7 所示。王某看到小孩栽倒地上，忙去拉小孩，刚一接触小孩身体，就喊一声“有



图 1.7 电风扇漏电引起触电事故

电”，急忙把电扇插头拔下，迅速送往医院。经医生检查，小孩已经误时较长而死亡。

事故分析：电工打开电扇接线盒盖，检查接线，发现电线绝缘部分有破损，电线破损处接触电扇外壳。王某安装电扇时，没有用带接地线的三孔插座，私装电器又不按规程要求施工，致使电扇外壳与电线破损处接触而带电。因此，违章作业是造成这次事故的主要原因。

事故教训：①安装家用电风扇应找相应的专业人员（如电工）；在未接电源前，应连同电源线用500伏摇表摇测电线，电线对外壳绝缘电阻应在 $1\text{ M}\Omega$ 以上，方为合格。②电扇电源线应用有塑料护套的三芯线，三芯线中有黑色护套的线芯接电扇外壳保护接地线。如用两芯线及两孔插座时，应将电扇外壳接地，接地线应接在接地体上，接地体的接地电阻要小于 $10\ \Omega$ 。③移动电扇时，首先应切断电源，即将电扇电源插头拔下，不要只关电扇开关，不拔插头。④电扇在使用之前，注意检查电源线外皮绝缘应良好，加发现擦伤、压伤、扭伤、老化等情况，应及时更换或进行绝缘处理。⑤一旦发生触电事故，应首先切断电源，根据触电者的情况打急救电话，在急救车赶到前，先采取相应的急救措施，如进行人工呼吸等。

【案例5】 缪某家住盐城，一家人来常熟做水产生意。7月的某天早晨，缪某的儿子起床后跑到卫生间，在给电加热器接上电源时，因为手上有水，碰上接线板后导致触电，摔倒在水池里。缪某听到声响跑到卫生间，切断了电源，拨打电话叫来救护车，可为时已晚，儿子离开了人世。

事故分析：电工在事故现场进行观察，发现房屋内电线乱接、乱搭严重，也没有安装漏电保护器。由于缪某儿子手上有水，在接插电源（接线板）时碰上金属带电体而导致触电。因此，违章作业是造成这次事故的主要原因。

事故教训：①房屋内的电线不允许乱接、乱搭，更不能用湿手接触带电的插销。接插插头时，应注意身体不要与带电部位接触。②家庭用电线路一定要安装有漏电保护器，电源插头要选用单相三极的。③平时要注意检查电源连接、电线外皮绝缘应符合安全要求，检查电器具完好情况等，如果发现不符合安全规定或电器具有损坏，应及时纠正和更换。

【案例6】 临时工韩某与其他3名工人从事化工产品的包装作业。班长让韩某去取塑料纺织袋，韩某回来时一脚踏上盘在地上的电缆线上，触电摔倒，在场的其他工人急忙拽断电缆线，拉下闸刀，如图1.8所示。他们一边在韩某胸部乱按，一边报告领导打120急救电话。待急救车赶到开始抢救时，韩某出现昏迷、呼吸困难、脸及嘴唇发紫、血压忽高忽低等症状。现场抢救20 min后，送去医院继续抢救。住院特护12天，一般护理3天后病情稳定出院。



图1.8 电缆线头漏电事故

事故分析：安全管理人员得到通知后，立即赶到现场，并对事故现场进行了保护。现场调查发现，事故原因主要有以下几点。

(1) 电缆线长约20 m，由3种不同规格的电缆线拼接而成，而且线头包裹不好，以至于电线接线处漏电。

(2) 事故现场未见漏电保护器，不能在触电事故发生时进行断电保护。

(3) 当时阴雨连绵，加上该化工产品吸水性较强，造成电缆粘料潮湿，而韩某脚上布鞋被水浸透，也未能起到防电作用。

事故教训：①分析当时的情况，如果安装有可靠的漏电保护器，在电缆潮湿的情况下，保护器的开关可能根本合不上，根本不可能发生这起事故。即使开关能勉强合上，湿透的脚踏到线头