



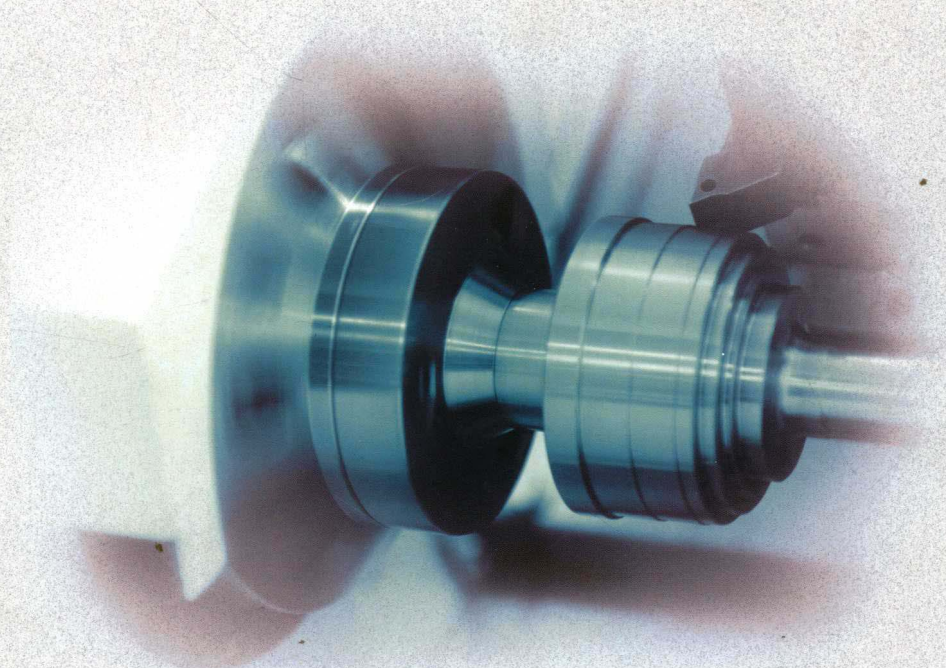
闽西职业技术学院
MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

国家骨干高职院校项目建设成果
——数控技术专业

林 福 罗炳莲 吴玲虹 ◎ 主编

继电器 控制与电机

IDIANQI KONGZHI YU DIANJI



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位



闽西职业技

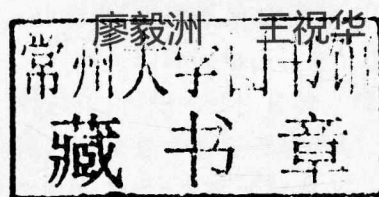
MINXI VOCATIONAL & TECHNICAL COLLEGE

干高职院校项目建设成果
——数控技术专业

继电器 控制与电机

主 编 林 福 罗炳莲 吴玲虹

副主编 林 香 郭才东 孔艳艳



厦门大学出版社 国家一级出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS 全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

继电器控制与电机/林福,罗炳莲,吴玲虹主编. —厦门:厦门大学出版社,2015.8
(闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果·数控技术专业)
ISBN 978-7-5615-5713-6

I. ①继… II. ①林…②罗…③吴… III. ①继电器-控制系统-高等职业教育-教材②电机-控制系统-高等职业教育-教材 IV. ①TM58②TM30

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 188939 号

官方合作网络销售商:



厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总编办电话:0592-2182177 传真:0592-2181406

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

厦门大嘉美印刷有限公司印刷

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:18.5 插页:2

字数:450 千字

定价:45.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

“闽西职业技术学院国家骨干高职院校项目建设成果”编委会

主 任：来永宝

副主任：吴新业 吕建林

成 员（按姓名拼音字母顺序排列）：

陈建才 董东明 郭 舜 李志文 林茂才

檀小舒 童晓滨 吴国章 谢 源 张源峰



总 序

国务院《关于加快发展现代职业教育的决定》指出,现代职业教育的显著特征是深化产教融合、校企合作、工学结合,推动专业设置与产业需求对接、课程内容与职业标准对接、教学过程与生产过程对接、毕业证书与职业资格证书对接、职业教育与终身学习对接,提高人才培养质量。因此,校企合作是职业教育办学的基本思想。

产教融合、校企合作的关键是课程改革。课程改革要突出专业课程的职业定向性,以职业岗位能力作为配置课程的基础,使学生获得的知识、技能满足职业岗位(群)的需求。至2014年6月,我院各专业完成了“基于工作过程系统化”课程体系的重构,并完成了54门优质核心课程的设计开发与教材编写。学院以校企合作理事会为平台,充分发挥专业建设指导委员会的作用,主动邀请行业、企业“能工巧匠”参与学院专业规划、专业教学、实践指导,并共同参与实训教材的编写。教材是实现产教融合、校企合作的纽带,是教和学的主要载体,是教师进行教学、搞好教书育人工作的具体依据,是学生获得系统知识、发展智力、提高思想品德、促进人生进步的重要工具。根据认知过程的普遍规律和教学过程中学生的认知特点,学生系统掌握知识一般是从对教材的感知开始的,感知越丰富,观念越清晰,形成概念和理解知识就越容易;而且教材使学生在学习过程中获得的知识更加系统化、规范化,有助于学生自身素质的提高。

专业建设离不开教材,一流的教材是专业建设的基础,它为课程教学提供与人才培养目标相一致的知识与实践能力的平台,为教师依据教学实践要求,灵活运用教材内容,提高教学效果,完成人才培养要求提供便利。由于有了好的教材,专业建设水平也不断提高,因此在福建省教育评估研究中心汇总公布的福建省高等职业院校专业建设质量评价结果中,我院有26个专业全省排名进入前十名,其中有15个专业进入前五名。麦可思公司2013年度《社会需求与培养质量年度报告》显示,我院2012届毕业生愿意推荐母校的比例为68%,比全国骨干院校2012届平均水平65%高了3个百分点;毕业生对母校的满意度为94%,比全国骨干院校2012届平均水平90%高了4个百分点,人才培养质量大大提升。



闽西职业技术学院院长、教授

2015年5月

前言

为适应高等职业教育发展的需要,贯彻落实教育部“16号文件”精神,各高职院校都在进行“基于工作过程导向”的课程改革和建设。为此,设置“项目导读”、“知识目标”、“能力目标”等新课程模式应运而生,成为高职教育发展的主流趋势,并在广大教师的积极探索和实践中不断丰富和完善。

本书作为闽西职业技术学院课程改革的主要成果形式之一,在编写过程中坚持“以就业为导向,以能力为本位”的宗旨,以职业岗位的能力需求为依据,根据工作过程的相关性,以典型工作任务为载体,以工作过程为导向,将为培养能力而实施的训练任务和完成任务所需的知识点进行重组,构架新的教学内容体系,创设具有完整工作过程的学习情境,形成工作任务引领型课程,为落实“教、学、做”一体化教学模式创造条件。

本书的主要特点是:以最新的“维修电工国家职业标准”为依据,在内容上结合我国企业生产的实际情况,着重培养学生关键性岗位职业技能,以就业为导向,以学生为主体,突出能力本位,注重职业素养的培养,契合当下教学改革和行业需求。教材体系与框架设计打破传统“章、节”编写模式,采用以“工作项目为导向,以工作任务为驱动,以典型案例为引导”的教材体系。本书在内容编排上,每个项目以“项目导读”、“知识目标”和“能力目标”开篇,让学生明白:自己将要学习什么,学完本项目内容后有什么用,学完本项目后自己应该具备什么样的能力。本书中每个项目的最后还设置了“知识拓展”,主要目的是让学生了解本项目中其他的一些行业内的焦点信息,由此来拓展学生的视野。本书中项目1介绍了安全用电及电工基本工具的使用;项目2介绍了各种常用电机的拆装及维护;项目3介绍了电气控制技术中常用的一些低压电器;项目4介绍了三相异步电机常用的基本控制线路,并对每个线路的安装与调试方法进行了介绍;项目5介绍了基本控制线路检测电气控制电路中常用的一些故障检修方法;项目6对常用的一些机床线路的原理进行了介绍,并对所介绍的每个机床经常可能出现的一些故障现象和排除方法进行了详细的说明。

本教材由闽西职业技术学院林福、罗炳莲和吴玲虹任主编,由闽西职业技术学院林香、郭才东、孔艳艳、廖毅洲以及龙岩学院王祝华任副主编。

本教材编写任务如下:林福编写了项目1、项目3、项目5和项目6,吴玲虹编写了项目2,罗炳莲编写了项目4;其他老师为本教材做了资料收集、整理工作。全书由林福、罗炳莲和吴玲虹统稿和润色。

本书在编写过程中参考了有关资料,在此向这些作者表示感谢。由于编者水平有限,且编写时间仓促,书中难免有疏漏、错误之处,恳请读者批评指正。

编者

2015年6月



目 录

项目 1 安全用电及电工基本工具的使用	1
绪 言	1
任务 1.1 触电现场的处置与急救	1
1.1.1 教学情境的学习目的	1
1.1.2 教学情境的内容	2
知识链接一	4
任务 1.2 电工基本工具的正确使用	10
1.2.1 教学情境的学习目的	10
1.2.2 教学情境的内容	10
知识链接二	12
知识链接三	13
知识拓展	16
项目 2 电机的拆装及维护	24
任务 2.1 直流电机知识要点及维护维修	24
2.1.1 教学情境的学习目的	24
2.1.2 教学情境的内容	25
知识链接一	25
知识链接二	31
知识链接三	32
知识链接四	33
知识链接五	41
知识链接六	46
任务 2.2 三相异步电机知识要点及维护维修	50
2.2.1 教学情境的学习目的	50
2.2.2 教学情境的内容	50
知识链接七	51
知识链接八	58
知识链接九	64
知识链接十	65
知识链接十一	71



知识链接十二	72
知识链接十三	75
任务 2.3 单相异步电机知识要点及维护维修	82
2.3.1 教学情境的学习目的	82
2.3.2 教学情境的内容	82
知识链接十四	83
知识链接十五	87
知识链接十六	90
任务 2.4 步进电机知识要点及维护维修	92
2.4.1 教学情境的学习目的	92
2.4.2 教学情境的内容	92
知识链接十七	92
知识链接十八	93
知识链接十九	96
任务 2.5 伺服电机知识要点及维护维修	100
2.5.1 教学情境的学习目的	100
2.5.2 教学情境的内容	100
知识链接二十	101
知识链接二十一	102
知识链接二十二	108
知识拓展	116
项目 3 常用低压电器的认知	120
绪 言	120
任务 3.1 开关电器	123
3.1.1 教学情境的学习目的	123
3.1.2 教学情境的内容	123
知识链接一	124
任务 3.2 熔断器	129
3.2.1 教学情境的学习目的	129
3.2.2 教学情境的内容	129
知识链接二	130
任务 3.3 接触器	134
3.3.1 教学情境的学习目的	134
3.3.2 教学情境的内容	134
知识链接三	135
任务 3.4 继电器	140
3.4.1 教学情境的学习目的	140
3.4.2 教学情境的内容	140

知识链接四	142
任务 3.5 主令电器	155
3.5.1 教学情境的学习目的	155
3.5.2 教学情境的内容	155
知识链接五	155
知识拓展	163
 项目 4 三相异步电机基本控制线路的安装与调试	165
任务 4.1 手动启动控制线路的安装与调试	166
4.1.1 教学情境的学习目的	166
4.1.2 教学情境的内容	166
知识链接一	169
任务 4.2 点动控制线路的安装与调试	171
4.2.1 教学情境的学习目的	171
4.2.2 教学情境的内容	171
任务 4.3 单向连续运行控制线路的安装与调试	173
4.3.1 教学情境的学习目的	173
4.3.2 教学情境的内容	173
知识链接二	175
任务 4.4 接触器连锁正、反转控制线路的安装与调试	178
4.4.1 教学情境的学习目的	178
4.4.2 教学情境的内容	178
任务 4.5 接触器按钮连锁正、反转控制线路的安装与调试	180
4.5.1 教学情境的学习目的	180
4.5.2 教学情境的内容	180
知识链接三	182
任务 4.6 工作台自动往返控制线路的安装与调试	186
4.6.1 教学情境的学习目的	186
4.6.2 教学情境的内容	186
知识链接四	188
任务 4.7 顺序运行控制线路的安装与调试	189
4.7.1 教学情境的学习目的	189
4.7.2 教学情境的内容	189
任务 4.8 多点控制线路的安装与调试	191
4.8.1 教学情境的学习目的	191
4.8.2 教学情境的内容	192
知识链接五	193
任务 4.9 星形—三角形降压启动控制线路的安装与调试	196
4.9.1 教学情境的学习目的	196



4.9.2 教学情境的内容	196
知识链接六	199
任务 4.10 能耗制动控制线路的安装与调试	203
4.10.1 教学情境的学习目的	203
4.10.2 教学情境的内容	203
知识链接七	205
知识拓展	214
项目 5 基本控制线路检修	217
任务 5.1 试电笔检修法及短接检修法	217
5.1.1 教学情境的学习目的	217
5.1.2 教学情境的内容	218
任务 5.2 万用表电压检修法	220
5.2.1 教学情境的学习目的	220
5.2.2 教学情境的内容	220
任务 5.3 万用表电阻检修法	222
5.3.1 教学情境的学习目的	222
5.3.2 教学情境的内容	222
知识拓展	226
项目 6 典型机床电气控制线路检测	228
任务 6.1 常用机床电气控制线路的基本维护	228
6.1.1 教学情境的学习目的	228
6.1.2 教学情境的内容	229
知识链接一	233
任务 6.2 CA6140 车床电气控制线路的安装、调试与维护	234
6.2.1 教学情境的学习目的	234
6.2.2 教学情境的内容	234
知识链接二	238
6.2.3 技能训练	239
任务 6.3 X6132 铣床电气控制线路的安装、调试与维护	243
6.3.1 教学情境的学习目的	243
6.3.2 教学情境的内容	243
知识链接三	253
6.3.3 技能训练	254
任务 6.4 M7130 磨床电气控制线路的安装、调试与维护	257
6.4.1 教学情境的学习目的	257
6.4.2 教学情境的内容	257
6.4.3 技能训练	265



任务 6.5 Z3040 型钻床电气控制线路的安装、调试与维护	269
6.5.1 教学情境的学习目的	269
6.5.2 教学情境的内容	269
6.5.3 技能训练	277
附 录	280
附录 A 三相异步电机的型号	280
附录 B 电机 IECIP 防护等级	282
参考文献	284

项目 1

安全用电及电工基本工具的使用

【项目导读】

电能的应用已经渗透到人类生产和生活中各个领域,它给人类带来各种便利的同时,人们用电不当、违规操作或缺乏基本的安全用电常识等原因而造成的各种电气安全事故时有发生,一旦发生电气事故,将会给人们的生命安全和财产安全带来不可估量的损失。因此,学习和宣传安全用电常识,掌握常用的电工基本工具的正确使用方法尤为重要。

【知识目标】

- 掌握安全用电的基本知识和安全用电的措施;
- 掌握常用电工工具的正确使用方法。

【能力目标】

- 掌握触电现场的处理措施与急救方法——人工呼吸;
- 掌握电工基本工具的正确使用。

绪 言

在现实生活和生产中,触电事故时有发生,而且具有突发性、季节性、伤害性等特点。因此,有必要掌握相关的安全防护知识和触电处置以及紧急救护措施,尽可能地将触电事故带来的危害性降到最低限度。

任务 1.1 触电现场的处置与急救

1.1.1 教学情境的学习目的

触电现场的处置及现场的急救。



1. 1. 2 教学情境的内容

1. 脱离电源

触电急救的第一步就是使触电者迅速地脱离电源。

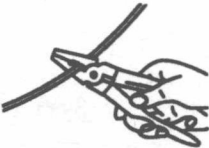
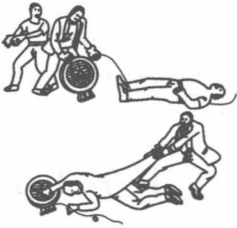
①使触电者脱离低压电源,在操作上可概括为“拉”、“切”、“挑”和“拽”4个字。具体操作方法见表 1-1。

②若是高压触电,应迅速通知相关部门停电,或使用相应等级的绝缘操作杆使触电者迅速摆脱电源。

③对于高处触电者,应采取相应的措施,防止触电者从高处坠落而造成二次事故。

④若在断落地面的高压线处触电,救护者应采用防止跨步电压触电的措施,将触电者移至 10 米远外进行急救。

表 1-1 使触电者脱离低压电源的方法

处理方法要点	具体操作说明	图示
拉	附近有电源开关或插座时,应立即拉下开关或拔掉电源插头	
切	若当时不能立即找到电源开关,就应迅速用绝缘完好的钢丝钳或断线钳剪断电线,以切断电源	
挑	对于由于导线绝缘损坏造成的触电,急救人员可用绝缘工具或干燥的木棍等将带电物挑开	
拽	抢救者可戴上绝缘手套或包缠干燥的能绝缘的衣服拖拽触电者;也可站在干燥的木板或绝缘物品上,用手将触电者拽开	

2. 触电急救操作演练

准备一个人体模型,要求学生在老师的指导下,模拟现场对触电者进行触电急救操作演练。

(1) 确定触电者情况

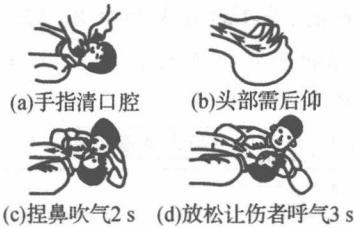
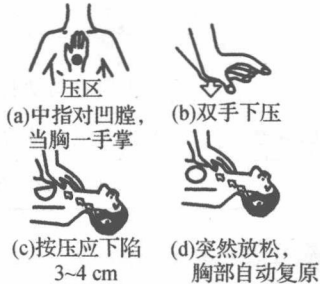
① 确定有无呼吸。用手指放在触电者的鼻孔处,感觉是否有气体流动,也可观察其胸部或腹部是否有上下起伏的呼吸动作,从而判断触电者有无呼吸。

② 确定有无心跳。触摸脉搏或在胸前听心声,判断触电者有无心跳。

(2) 确定急救方案

对触电者实施急救,要先将触电者抬到宽敞、空气流通的地方,使其平卧,遵循“以人为本”“科学耐心”的原则,采用口对口人工呼吸法和胸外心脏按压法两种救护方法,具体操作见表 1-2。

表 1-2 触电急救方法

救护方法	适用情况	图示	注意事项
口对口人工呼吸法 (12 次/min)	有心跳而呼吸停止(或呼吸不规则)	 (a)手指清口腔 (b)头部需后仰 (c)捏鼻吹气2 s (d)放松让伤者呼气3 s	 不打强心针
胸外心脏按压法 (60 次/min)	有呼吸而心跳停止(或心跳不规则)	 压区 (a)中指对凹腔,当胸一手掌 (b)双手下压 (c)按压应下陷 3~4 cm (d)突然放松,胸部自动复原	
人工呼吸或胸外心脏按压法	心跳和呼吸都停止	 (a)单人抢救,先吹气2次,再按压心脏15次,交替进行 (b)双人抢救同时进行,5 s吹气一次,1 s按压心脏一次	 不能泼冷水

救护人员要坚持不懈地进行施救,切不可轻易终止,即使在送往医院的途中,也必须继续进行抢救,直到恢复心跳和呼吸为止。



知识链接一

用电安全

1. 安全电流

根据人体在电流流过时产生的不同生理反应,可将电流分为感知电流、摆脱电流和致命电流。在一定概率下,通过人体引起人的任何感觉的最小电流称为感知电流。人对电流最初的感觉是轻微麻感和微弱针刺感。感知电流一般不会对人体造成伤害,但当电流增大时,感觉增强,反应变大,可能导致坠落等二次事故。感知电流的大小约为 1 mA。摆脱电流是人触电后能自行摆脱电极的最大电流。对于不同的人,摆脱电流值也不同。摆脱电流值与个体生理特征、电极形状、电极尺寸等因素有关。摆脱电流的大小约为 10 mA。在较短的时间内危及生命的电流称为致命电流,如 100 mA 的电流通过人体 1 s,足以使人致命。致命电流为 50 mA。在有防止触电保护装置的情况下,人体允许通过的电流一般可按 30 mA 考虑。电流大小与人体感觉的关系见表 1-3。

表 1-3 电流大小与人体感觉的关系

电流大小	人体感觉	对人体的危害	范围
5 mA 及以下	轻微麻感和微弱针刺感	不会对人体直接造成危害,但会造成二次事故	感知电流
8~10 mA	手指关节有剧痛感	手摆脱电极已感到困难	摆脱电流
20~25 mA	手迅速麻痹	不能自动摆脱电极,呼吸困难	致命电流
50~80 mA	呼吸困难,心房开始震颤	人有生命危险	
90~100 mA	呼吸麻痹	3 s 后心脏开始麻痹,停止跳动	

一般情况下,流过人体的电流在 5 mA 以下,可视为安全电流。

2. 安全电压

一般情况下人体的电阻通常取 800~1 000 Ω。参照新国家标准《GB/T 3805—2008 特低电压限值》,在人体皮肤电阻和对地电阻不降低,而且电路正常无故障的最不利条件下(如潮湿条件),直流电压的限值为 35 V,交流电压(15~100 Hz)的限值为 16 V。国际电工委员会规定接触电压的限定值(相当于安全电压)为 50 V,并规定 25 V 以下者不需要考虑防止电击的安全措施。我国把安全电压设为 42 V,36 V,24 V,12 V 和 6 V 这 5 个等级,多采用 36 V 和 12 V 两个等级。采用安全电压时,必须由实行了电气隔离的特定电源供电。

3. 触电类型

(1) 电击

电击是指由于电流通过人体而造成的内部器官在生理上的反应和病变。电击严重时会导致触电死亡事故,它分为直接接触电击和间接接触电击。

(2) 电伤

电伤是指由于电流热效应、机械或化学效应对人体外表造成的伤害。常见的电伤有电灼伤、烙印和皮肤金属化等。

4. 触电形式

(1) 两相触电

人体的不同部位同时接触两相带电体导致的触电事故称为两相触电。对于 380 V 电网, 由于人体承受的是线电压 380 V, 因而这种触电方式最为危险, 如图 1-1(a) 所示。

(2) 单相触电

人体某一部位与大地接触, 另一部位与一相带电体接触所导致的触电事故称为单相触电。图 1-1(b) 所示为电网中线接地的单相触电, 此时人体承受的是相电压, 这类触电方式也很危险。图 1-1(c) 所示为无中线或中线不接地的单相触电。

(3) 跨步电压触电

当高压线断落地面时, 电流流入地下, 接地点周围产生强电场, 接地点的电位最高, 离接地点越远电位越低, 当人进入这个区域时, 两脚跨步之间将存在一个跨步电压, 由它引起的触电称为跨步电压触电。人离断线接地点越近, 跨步电压触电造成的危害就越大, 如图 1-2 所示。

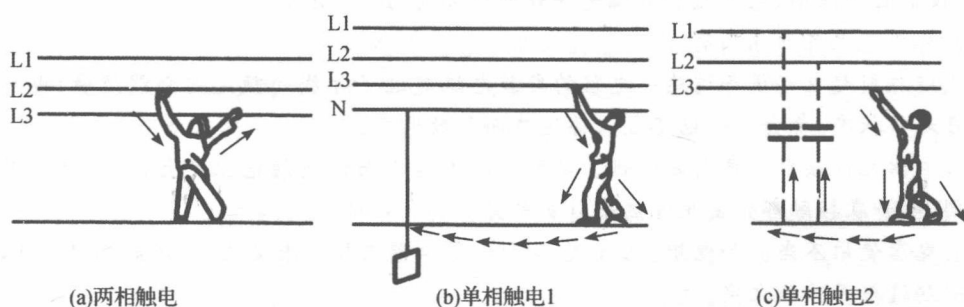


图 1-1 两相触电和单相触电

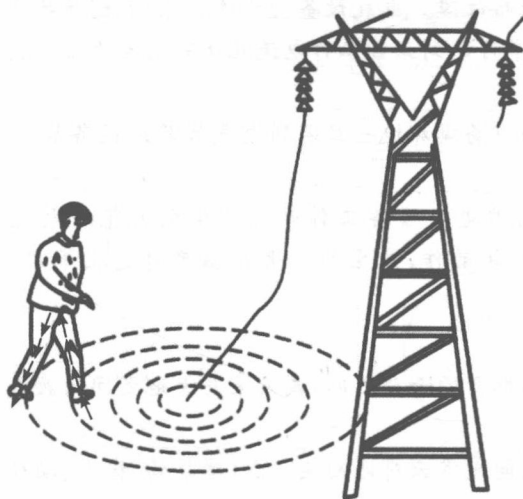


图 1-2 跨步电压触电



5. 触电原因

(1) 违章冒险作业

如明知有些情况不准带电操作,而冒险在无必要保护措施下带电作业,导致触电受伤或死亡。

(2) 缺乏电气知识

如用湿手去开关用电器;浴室等潮湿场合用 220 V 的电压照明;发现有人触电,不是及时采取措施使触电者脱离电源,而是直接用手去拉触电者,从而导致自身触电等。

(3) 用电设备或输电线路的绝缘损坏

如输电线路由于长期老化而造成绝缘层脱落或损坏绝缘层,人不慎触及裸露带电体而导致触电;某些用电设备由于接地保护装置接地不良而造成触电等。

6. 电气火灾

电气火灾是指由于电气原因引起燃烧而造成的灾害。短路、过载、漏电等电气事故都可能导致火灾。周围存放易燃易爆物是引发电气火灾的环境条件。电气接触不良、施工安装不当、设备自身缺陷、电火花和电弧是导致电气火灾的直接原因。

产生电气火灾的原因有:

① 过载引起电气设备过热。电路的负载电流超过了导线的额定安全载流量,电气设备工作在超载状态,都会引起电路或设备过热而导致火灾。

② 电器元件接触不良引起过热。动触点压力过小而使接触电阻过大,接头连接不牢或不紧固,都会在接触部位发生过热而引发火灾。

③ 电器使用不当。如电炉、电烙铁、电熨斗等电器未按要求使用,或用后忘记断开电源,从而引起过热而导致火灾。

④ 通风散热不良。大功率设备缺少通风散热设施,或因通风散热设施损坏造成过热而引发火灾。

⑤ 电路或设备发生短路故障。电气设备由于绝缘损坏、线路年久失修、操作失误等造成短路故障,其短路电流通常可达到正常工作电流几十倍乃至上百倍,产生的热量足够点燃可燃物而导致火灾。

⑥ 易燃易爆环境。易燃易爆环境一旦遇到电气线路或设备故障导致的火源,就会着火燃烧而引起火灾。

⑦ 电火花和电弧。有些电气设备工作时会产生电火花和电弧,如接触器触点的分、合动作,大容量开关的闭、断动作,产生的电火花温度可达上千摄氏度,点燃可燃物而引发火灾。

7. 雷击

雷击是由两种带不同电荷的云朵之间,或云朵与大地之间的放电而引起的灾害。

(1) 雷击形式

① 直接雷击。雷云之间或雷云对地面某一点(建筑物、树木、动植物等)的迅猛放电现象叫直接雷击。它通过电效应、机械力效应、热效应等损坏物体或造成人员伤亡。

② 感应雷击。雷云放电时,在附近导体上(钢轨、电缆、水管等)产生的静电感应、电磁感应等现象叫感应雷击。它产生的过电压、过电流会使电子设备受到干扰或造成损坏,甚至还会造成人员的伤亡事故。