

职业教育机电类技能人才培养规划教材
ZHIYE JIAOYU JIDIANLEI JINENG RENCAI PEIYANG GUIHUA JIAOCAI

 机电一体化专业系列

维修电工与技能训练

□ 王金花 主编

- ▶ 理论知识与实训技能有机结合
- ▶ 涵盖职业技能鉴定的基本要求
- ▶ 图文并茂调动学生学习积极性



 人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS


中 级



机电一体化专业系列

维修电工与技能训练

□ 王金花 主编

人民邮电出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

维修电工与技能训练 / 王金花主编. — 北京 : 人民邮电出版社, 2011. 3

职业教育机电类技能人才培养规划教材. 机电一体化专业系列

ISBN 978-7-115-22471-2

I. ①维… II. ①王… III. ①电工—维修—职业教育—教材 IV. ①TM07

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第198080号

内 容 提 要

本书以职业技能鉴定标准为依据, 采用模块→课题的编写方式, 每个课题中的任务由相关知识、任务实施、知识拓展、思考与练习等几个部分组成。通过相关知识的学习和实际操作, 学生能够较快地掌握维修电工技能训练的基础知识和实践技能。全书共包含 5 个模块, 分别为维修电工基本技能、室内照明线路的安装与配线操作、电动机和变压器的拆装与检修、三相异步电动机基本控制线路的安装与操作技能、电子技术基本操作技能训练。

本书可作为职业院校维修电工课程教材, 也可供相关从业人员进行参考。

职业教育机电类技能人才培养规划教材

机电一体化专业系列

维修电工与技能训练

-
- ◆ 主 编 王金花
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>
中国铁道出版社印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 18.25 2011 年 3 月第 1 版
字数: 465 千字 2011 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-22471-2

定价: 30.00 元

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

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

职业教育机电类技能人才培养规划教材

专家指导委员会

陈德兴 陈玉堂 李春明 李献坤 邵佳明 俞勋良

编写委员会

主任委员

黄 志 刘钧杰 毛祥永 秦 伟 孙义宝

委 员

蔡 崧	曹 琪	陈海舟	陈长浩	陈建国	陈移新	成百辆	成振洋	崔元刚	邓万国
丁向阳	董国成	董伟平	董扬德	范继宁	封贵牙	冯高头	冯光明	高恒星	高永伟
葛小平	宫宪惠	顾颂虞	管林东	胡 林	黄汉军	贾利敏	姜爱国	金伟群	孔凡宝
李乃夫	李 煜	梁志彪	刘水平	柳 杨	陆 龙	吕 燕	罗 军	骆富昌	穆士华
钱 锋	秦红文	单连生	沈式曙	施梅仙	孙海锋	孙义宝	汤国泰	汤伟文	唐监怀
汪 华	王德斌	王立刚	王树东	王以勤	吴琰琨	解晨宁	许志刚	杨寿智	叶光胜
于书兴	于万成	袁 岗	张 鹭	张璐青	张明续	张启友	张祥宏	张 燊	赵 真
仲小敏	周成统	周恩兵	周晓宏	祝国磊					

审稿委员会

鲍 勇	蔡文泉	曹淑联	曹 勇	陈海波	陈洁训	陈林生	陈伟明	陈煜明	程显吉
崔 刚	但汉玲	邓德红	丁 辉	窦晓宇	冯广慧	付化举	龚林荣	何世勇	洪 杰
黄 波	黄建明	蒋咏民	康建青	李春光	李天亮	李铁光	梁海利	梁红卫	梁锦青
廖 建	廖圣洁	林志冲	刘建军	刘 立	刘 霞	柳胜雄	卢艾祥	吕爱华	罗谷清
罗 恺	罗茗华	罗晓霞	孟庆东	聂辉文	彭向阳	乔 宾	孙名楷	谭剑超	腾克勇
万小林	王大山	王 峰	王来运	王灵珠	王 茜	王为建	王为民	王学清	王屹立
王 勇	王玉明	王定勇	伍金浩	肖友才	谢 科	徐丽春	许建华	许启高	鄢光辉
严大华	严 军	杨小林	姚小强	姚雅君	叶桂容	袁成华	翟 勇	詹贵印	张 彬
张东勇	张旭征	张志明	钟建明	周朝辉	周风顺	周青山	邹 江		

本书编委

王金花 裴来祥 范瑞波 田同国 夏景攀 李传军 柏启兴 于冠军

序



随着我国制造业的发展，高素质技术工人的层次结构与数量远远不能满足劳动力市场的需求，技术工人的培养培训工作已经成为国家大力发展职业教育的重要任务。为此，中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强高技能人才工作的意见》的通知（中办发[2006]15号）。目前，技工学校等职业院校主动适应经济社会发展要求，积极开展教学研讨，探索更加适合当前技能人才需求的教育培养模式，在中高级机电类技能人才的教育和培训工作中，正发挥着日益重要的作用。

职业教育要根据行业的发展和人才的需求，来设定人才的培养目标。当前各行业对技能人才的要求越来越高，而激烈的社会竞争和复杂多变的就业环境也使得职业教育学生只有确实地掌握一技之长才能实现自我的价值。但是，加强技能培养并不意味着弱化或放弃基础知识的学习；只有扎实地掌握相关理论基础知识，才能自如地运用各种技能，甚至进行技术创新。所以，如何解决理论与实践相结合的问题，走出一条理实一体化的教学新路，是摆在职业教育工作者面前的一个重要课题。

我们本着为职业教育教学改革尽一份社会责任之目的，依靠职业教育专家的研究成果，依靠技工学校、企业等一线工作人员，共同参与“职业教育机电类技能人才教学方案研究与开发”课题研究工作。在对职业教育机电大类专业教学进行规划的基础上，我们的课题研究以职业活动为导向、以职业能力为核心，根据理论知识完备、技能训练强化的原则，将理论和实践有机结合，制定出每门课程的教学大纲，然后组织教学一线骨干教师进行教材的编写。

本套教材针对不同课程的教学要求采用“理实相结合”或“理实一体化”两种形式组织教学内容，首批55本教材涵盖2个层次（中级工、高级工），3个专业（数控技术应用、模具设计与制造、机电一体化）。教材内容统筹规划合理安排知识点与技能训练点，教学内涵生动活泼，尽可能使教材体系与编写结构满足职业教育机电类技能人才培养教学的要求。

我们衷心希望本套教材的出版能促进目前职业院校的教学工作，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，使之更符合机电类技能人才培养的实际。

“职业教育机电类技能人才培养研究课题”专家指导委员会

2009年2月



前言

PREFACE

本书是参照维修电工国家职业标准的基本要求以及劳动和社会保障部关于职业技能培训理论和技能的有关要求，结合多数地区和在校生的特点编写而成的。

本书的编写特点是：突出针对性、典型性、实用性，注重实践环节，兼顾理论知识，旨在培养应用型的技能人才。学生在完成本课程的学习后，将在理论与职业技能上得到系统的训练，达到国家中级职业技能的鉴定要求。本书内容包括应知（知识）和应会（技能）两部分。在教学内容的编排上，以能力培养为主线，突出技能训练；尽量做到由浅入深、循序渐进、图文并茂、形象直观。

为推动职业院校实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养，满足实习教学的要求，本书采用模块→课题的编写方式，即每个模块由若干个课题组成，每个课题即是一个独立的实习教学单元。课题内容包括任务导入、相关知识、任务实施几部分。每个课题把相关知识、任务实施等放在一起，便于教师组织教学和学生自学，掌握了一个课题即掌握了一个专项操作技能。

在本书的编写过程中，我们努力做到以下几点：一、从企业生产实际中选取针对性强的课题，在对课题进行统筹安排的前提下，采用任务驱动编写思路组织课题训练内容与相关知识，模拟展现企业的生产过程；二、分别参照国家职业标准的要求，确定相关内容的广度和深度，便于鉴定考核工作的顺利开展；三、根据企业、行业发展需要，较多编入新技术、新工艺、新设备、新材料的内容，以适应现代行业、企业发展的需要，保证教材的先进性；四、采用以图代文的表现形式，精彩展现教材内容，降低学生的学习难度，激发学习兴趣。

本书采用实习教学模式，各模块的参考学时见下面的学时分配表。

模 块	单 元	课 程 内 容	参考学时或周数		
			应知 (理论)	应会 (实操)	实训周数
模块一 维修电工技能训练	课题一	安全用电	6	15	0.5~1 周
	课题二	常用电工仪表的使用与维护			
	课题三	导线的连接与电缆的敷设			
模块二 室内照明线路的安装 与配线操作	课题一	室内照明线路的安装操作	6	15	0.5~1 周
	课题二	室内照明线路的配线操作			
	课题三	接地装置的安装与检修			

续表

模 块	单 元	课 程 内 容	参考学时或周数		
			应知 (理论)	应会 (实操)	实训周数
模块三 电动机和变压器的拆 装与检修	课题一	三相异步电动机的拆卸与装配	10	20	1~1.5 周
	课题二	重绕三相异步电动机定子绕组			
	课题三	三相异步电动机的故障分析与检修			
	课题四	单相异步电动机的故障分析与检修			
	课题五	直流电动机的装配与检修			
	课题六	变压器的维护与检修			
	课题七	交磁扩大机的调整与常见故障分析及处理			
模块四 三相异步电动机基本控制 线路的安装与操作技能	课题一	常用低压电器的识别与应用	10	20	1~1.5 周
	课题二	单向启动控制线路的安装与操作			
	课题三	三相异步电动机正反转控制线路的安装与操作			
	课题四	降压启动控制线路的安装与操作			
	课题五	调速线路的安装与操作			
	课题六	机床控制线路的识读、测试及调整			
模块五 电子技术基本操作技能 训练	课题一	常用电子元器件的识别与检测	18	40	2 周
	课题二	印制电路制作工艺			
	课题三	仪器、仪表的使用与维护			
	课题四	电子电路的安装、调试与维修			
课时总计			160 (50 + 110)		5~7 周

本书由王金花任主编，裴来祥、范瑞波、田同国任副主编，参加本书编写工作的还有夏景攀、李传军、柏启兴、于冠军等，本书由孙卫锋、刘进锋任主审。本书在编写过程中得到了江苏盐城技师学院的刘进锋老师、河南纺织技术学院的张伟林老师、广州职业技术学院的吴灏老师的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，希望广大读者批评指正。

编 者

2011 年 1 月



目录

CONTENTS

模块一 维修电工技能训练 1

- 课题一 安全用电 2
- 课题二 常用电工仪表的使用与维护 11
- 课题三 导线的连接与电缆的敷设 26

模块二 室内照明线路的安装与配线 操作 48

- 课题一 室内照明线路的安装操作 49
- 课题二 室内照明线路的配线操作 62
- 课题三 接地装置的安装与检修 74
- 综合实训与考核: 小型配电板的安装 83

模块三 电动机和变压器的拆装与检修 85

- 课题一 三相异步电动机的拆卸与装配 86
- 课题二 重绕三相异步电动机定子绕组 92
- 课题三 三相异步电动机的故障分析与
检修 102
- 课题四 单相异步电动机的故障分析与
检修 110
- 课题五 直流电动机的装配与检修 114
 - 任务一 直流电动机的拆装 114
 - 任务二 直流电动机故障
检修 117
- 课题六 变压器的维护与检修 122
- 课题七 交磁扩大机的调整与常见故障
分析及处理 127
- 综合实训与考核 三相异步电动机的拆装
及定子绕组重绕 132

模块四 三相异步电动机基本控制 线路的安装与操作技能 135

- 课题一 常用低压电器的识别与应用 136

课题二 单向启动控制线路的安装与 操作 139

- 任务一 单向启动手动控制线路
的安装与操作 140
- 任务二 单向启动自动控制线路
的安装与操作 144

课题三 三相异步电动机正反转控制 线路的安装与操作 160

课题四 降压启动控制线路的安装与 操作 169

- 任务 降压启动自动控制线路
的安装与操作 170

课题五 调速线路的安装与操作 178

- 任务 双速电动机控制线路的
安装与操作 179

课题六 机床控制线路的识读、测试及 调整 182

- 任务一 X62W 铣床控制线路的
识读、测试及调整 182
- 任务二 M7120 磨床控制线路
的识读、测试及
调整 190

综合实训与考核 带直流能耗制动的 Y- Δ 启动控制线路的 安装与操作 195

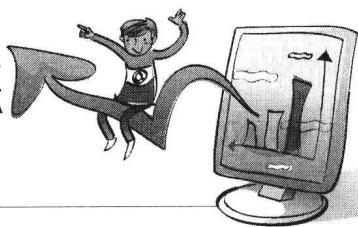
模块五 电子技术基本操作技能训练 200

课题一 常用电子元器件的识别与 检测 201

- 任务一 线性元件的识别与
检测 201
- 任务二 常用半导体器件的
识别与检测 216
- 任务三 集成电路的识别与

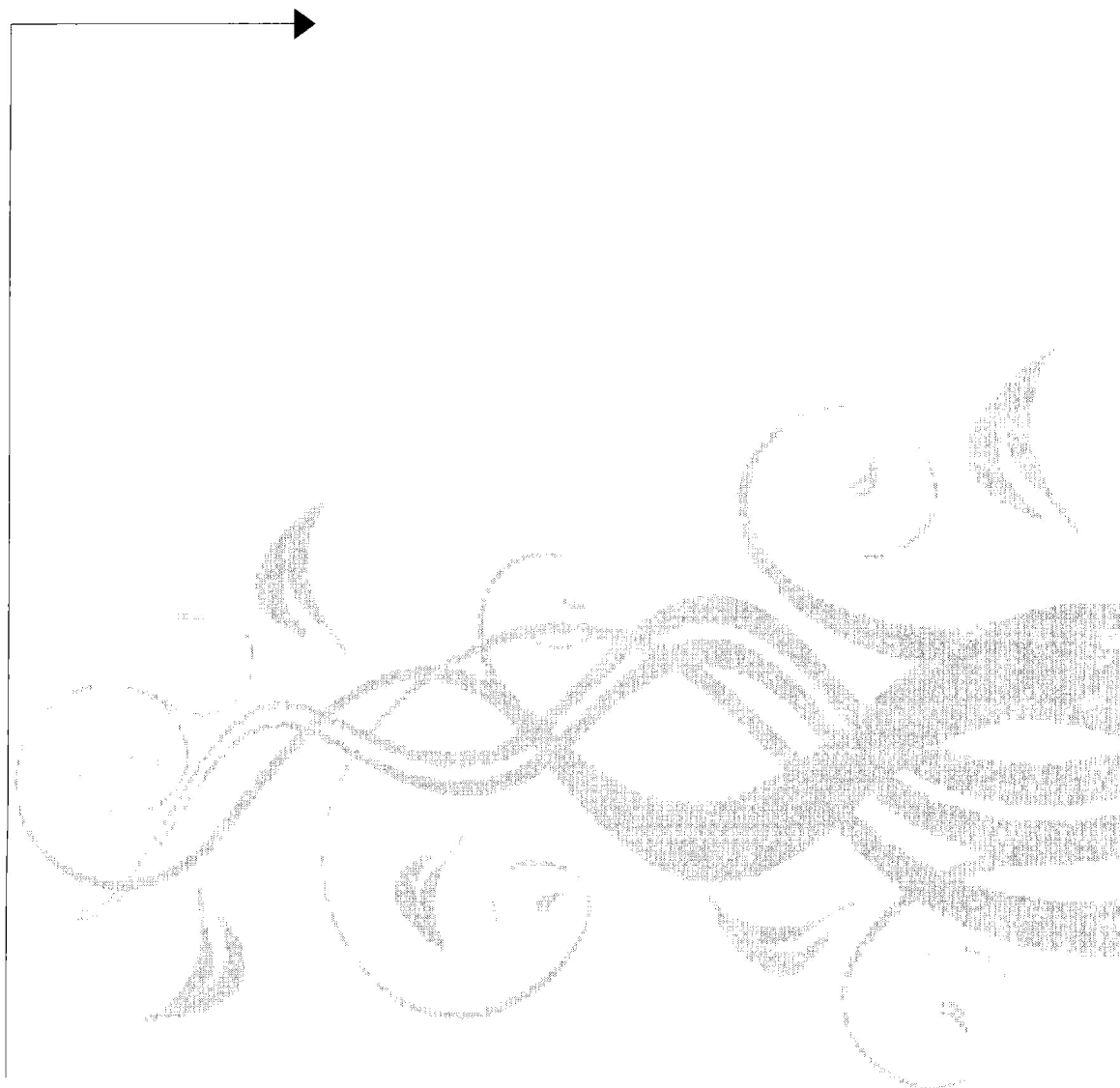
	检测	229
课题二	印制电路制作工艺	236
课题三	仪器、仪表的使用与维护	248
任务一	信号发生器的使用与 维护	248
任务二	示波器的使用与 维护	251
任务三	晶体管毫伏表的使用 与维护	256
课题四	电子电路的安装、调试与 维修	258
任务一	单相桥式整流滤波	

	电路的安装与 调试	258
任务二	串联型稳压电源的 安装与调试	263
任务三	晶体管放大电路的 安装与调试	267
任务四	晶闸管触发电路的 安装与调试	270
任务五	数显定时电路的 安装与调试	274
参考文献		282



学习目标

- ◎ 了解触电的原因及预防措施，熟练掌握触电急救及电气灭火的方法。
- ◎ 熟练掌握导线的选择及电缆的敷设等操作技能。
- ◎ 掌握墙孔鑿打、木榫削制和安装等方法。
- ◎ 掌握常用电工仪表的使用及其测量技能。



课题一

安全用电

一、相关知识

1. 电流对人体的危害

(1) 电击和电伤。

触电是指当人体接触或接近带电体时电流流过人体,引起人体局部受伤或死亡的现象。电流对人体的伤害有电击与电伤两种。

电击是指电流通过人体,造成人体内部组织的反应和病变,使人出现刺疼、灼热、痉挛、麻痹、昏迷、心室颤动或停跳、呼吸困难或停止等现象。

电伤是指电流对人体外部造成的局部伤害,包括电灼伤、电烙印、皮肤金属化等。

其中电灼伤有接触灼伤和电弧灼伤两种情况。接触灼伤发生在高压触电时电流通过人体皮肤的进出口处,伤及人体组织深层,伤口难以愈合。电弧灼伤发生在短路或高压电弧放电时,像火焰一样把皮肤烧伤或烧坏,同时还会对眼睛造成严重损害。

电烙印是指发生在人体与带电体有良好接触的情况下,在皮肤表面留下和被接触带电体形状相似的肿块痕迹,往往造成局部麻木和失去知觉。

皮肤金属化是由于电弧的温度极高(中心温度可达 6 000℃ 以上),使得其周围的金属熔化、蒸发并飞溅到皮肤表层而使皮肤金属化。

(2) 触电的危害程度。

电流对人体的伤害程度与通过人体电流的大小、持续的时间、电流的频率、通过人体的部位及触电者的身体状况等因素有关。

① 触电电流越大,对人体的伤害也越大。通过人体的电流大小与作用于人体的电压和人体电阻有关。人体电阻包括体内电阻和皮肤电阻,体内电阻较小(约 500Ω)且基本不变。皮肤电阻与接触电压、接触面积、接触压力、皮肤表面状况(干湿程度、有无损伤、是否出汗、有无导电粉尘、皮肤表层角质的厚薄)等有关,且为非线性,可在几十到几万欧之间。当触电者因神经收缩而紧握带电体时,接触面积和接触压力都将增大,其触电危险也将增加。

② 触电时间越长,触电危害越大。

③ 50Hz 工频电流对人体的伤害程度最为严重。随着电流频率的增高,危险性将降低。直流电流对人体的伤害程度较轻,高频电流还可用于临床医疗(但若电压过高、电流过大仍可致人死亡)。

④ 电流通过人体的任何部位都可致人死亡,但以通过心脏、中枢神经(脑、脊髓)、呼吸系统最为危险。电流流经左手至前胸最危险,危害程度依次减小的其他触电路径是右手至脚、右手至左手、左脚至右脚。当触电电流流经脚部时,触电者可能因痉挛而摔倒,导致电流通过全身或发生二次事故。

⑤ 触电者的伤害程度还与其性别、年龄、健康状况、精神状态等有关。若触电者本人的精神状态不良、心情忧郁、人弱体衰,自身的抵抗力低下,则触电的伤害程度较之健康者更严重。另外,相对于男性青壮年,妇女、儿童、老人及体重较轻者对耐受电流刺激的能力要弱一些。

(3) 触电原因。

① 缺乏安全用电知识。例如把普通 220V 台灯移到浴室照明;用湿手去开关电灯;发现有人

触电时，不是及时切断电源或用绝缘物使触电者脱离电源，而是用手去拉触电者。

② 思想麻痹、违章冒险。明知在某些情况下不准带电操作，而冒险带电操作。

③ 意外触电。例如输电线或用电设备绝缘损坏，当人体无意触摸绝缘损坏的通电导线或带电金属体时发生触电事故。

统计表明，夏、秋季为触电事故的高发季节。这是因为夏季人们使用的电器设备多，同时夏、秋季湿度大、气温高，人们穿着较少，体汗较多，人体电阻较小，所造成的触电机会较多、触电危害较大。

(4) 人体触电方式。

① 直接接触触电。直接接触触电是指人体触及或过分靠近带电体而发生的触电现象，包括单相触电、两相触电等。同一系统中，两相触电的危害较之单相触电更大。

单相触电是指人体站在地面或其他接地体上，人体的某部位触及电气装置的任一相所引起的触电，如图 1.1 所示。

两相触电是指人体同时触及任意两相带电体的触电方式，如图 1.2 所示。这时，人身上的电压为电源的线电压，电流从一相到另一相流经人体而形成回路。

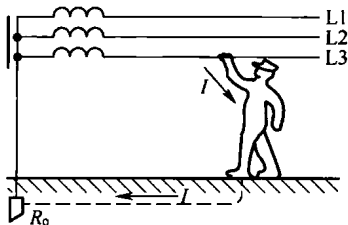


图 1.1 接地系统中的单相触电

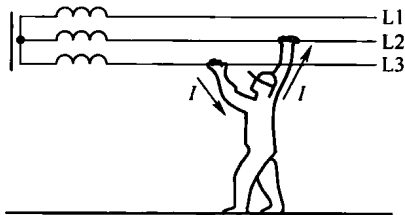


图 1.2 两相触电

② 间接接触触电。接触电压触电是指当电气设备因绝缘损坏而发生接地故障时，如人体的两个部位（通常是手和脚）同时触及漏电设备的外壳和地面，人体这两部分便处于不同的电位，其间的电位差称为接触电压。因受接触电压作用而导致的触电现象称为接触电压触电。

跨步电压触电是指当电源相线跌落地面或接地装置（如工作接地、防雷接地等）中有电流流过时，在其周围便会以触地点为中心形成强电场。离中心点越近，电位越高，如图 1.3 所示。当人体两脚跨入触地点附近时，在前后两脚之间便存在电位差，即跨步电压，由此造成的触电称为跨步电压触电。触地点的电位最高，离触地点约 20m 处电位衰减为零。图中 $U_1 > U_2$ 。若跨步电压较高或触电者跌倒在地，将会有触电死亡的危险。

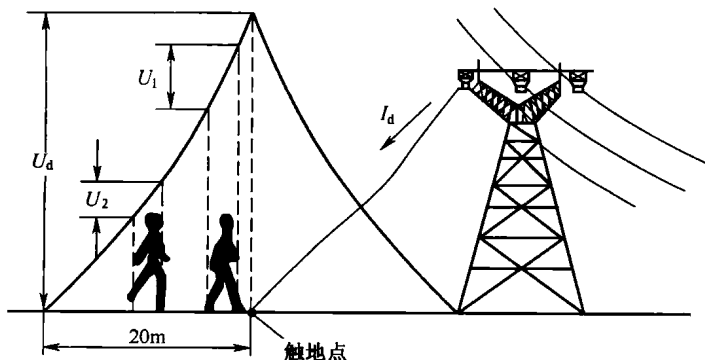


图 1.3 跨步电压触电



发生跨步电压触电时，应单腿或并步跳着离开高压线触地点，千万注意不可跌倒。

除上述触电方式外，高压电场、电磁感应电压、高频电磁场、静电、雷电等对人体也有伤害，并可能造成触电危险。

2. 防止触电的安全措施

安全用电的原则是：不接触低压带电体，不接近高压带电体。同时，采取必要的安全措施，以防触电事故的发生。

(1) 安全电压、安全距离、屏护及安全标志。

触电时，人体所承受的电压越低通过人体的电流就越小，触电伤害就越轻。当低到一定值以后，对人体就不会造成伤害。在不带任何防护设备的条件下，当人体接触带电体时，对各部分组织均不会造成伤害的电压值，叫做安全电压。

我国及 IEC（国际电工委员会）都对安全电压的上限值进行了规定，即工频下安全电压的上限值为 50V，其电压等级有 42V、36V、24V、12V、6V。同时规定：高度不足 2.5m 的照明装置、机床局部照明灯具、移动行灯等，其安全电压可采用 36V；工作地点狭窄、工作人员活动困难、金属构架或容器内以及特别潮湿的场所，则应采用 12V 安全电压。

安全电压必须由双绕组变压器获得，而不能取自自耦变压器；工作在安全电压下的电路，必须与其他系统隔离，不得同管敷设；安全变压器的铁心、外壳均应接地。

为防止带电体之间、带电体与地面之间、带电体与其他设施之间、带电体与工作人员之间，因距离不远而在其间发生电弧放电现象引起电击或电伤事故，规定其间必须保持的最小间隙，即安全距离或安全间距。

屏护是指将带电体间隔起来，以有效地防止人体触及或靠近带电体，特别是当带电体无明显标志时。常用的屏护方式有遮栏（适用于室内高压配电装置，底部距地不应大于 0.1m，若是金属遮栏，还应接地）、栅栏（适用于室外配电装置，高度不应低于 1.5m）、围墙（不应低于 2.5m）和保护网。

设置屏护装置时，其本身与带电体间的距离应符合安全距离的要求并配以明显的标志；同时，还应符合防风、防火要求并具有足够的机械强度和稳定性。

标志是保证安全用电的一项重要防护措施。在有触电危险或容易产生误判断、误操作的地方，以及存在不安全因素的场所，都应设立醒目的文字或图形标志，以便人们识别并引起警惕。

标志的设置，要求简明扼要、色彩醒目、图形清晰、便于管理、标准统一或符合传统习惯。标志可分为识别性和警戒性两大类，分别用文字、图形、颜色、编号等手段构成。

安全色标的意义如表 1.1 所示，导体或极性的标志如表 1.2 所示。

表 1.1 安全色标的意义

色 标	含 义	举 例
红色	停止、禁止、消防	如停止按钮、灭火器、仪表运行极限
黄色	注意、警告	如“当心触电”、“注意安全”
绿色	安全、通过、允许、工作	如“在此工作”、“已接地”
黑色	警告	多用于文字、图形、符号
蓝色	强制执行	如“必须带安全帽”

表 1.2

导体色标

类 别	交 流 电 路				直 流 电 路		接 地 线
	L ₁	L ₂	L ₃	N	正极	负极	
色 标	黄	绿	红	淡蓝	棕	蓝	绿/黄双色线

若因检修等原因将开关断开后，应在开关的操作把手上悬挂“禁止合闸，有人工作”的标示牌以防发生误合闸事故；在高压带电体旁，应悬挂“止步，高压危险”的标示牌以警示人们；在上下通道或工作场所的入口处，悬挂“从此上下”的标示牌以表示安全和允许。标示牌在使用过程中，严禁拆除、移动、变更。

(2) 保护接地和保护接零。

保护接地是指将正常情况下不带电的电气设备的金属外壳或构架与大地作良好连接，如图 1.4 所示。

保护接地适用于各种不接地电网，其所构成的系统称之为 IT 系统（I 表示配电网不接地，T 表示电气设备金属外壳接地）。

当人体触及漏电的电气设备的外壳时，因金属外壳已与大地作良好的连接，其接地电阻较之人体电阻小很多（在低压系统中，当电源容量小于 100kVA 时，接地电阻不应超过 10Ω；当电源容量大于 100kVA 时，接地电阻不应超过 4Ω），则漏电电流几乎全部流经接地线，从而保证了人身安全。

在接地系统中，采用保护接地是不能起到防护作用的，必须采用保护接零，此时所构成的系统称为 TN 系统（T 表示电网中性点直接接地，N 表示电气设备的金属外壳接零线）。

保护接零是指将正常情况下不带电的电气设备的金属外壳或构架与零线作良好连接，如图 1.5 所示。

当一相电源触及设备的外壳时，便引起该相短路，极大的短路电流使得系统中的保护装置动作（如熔断器熔断、空气开关跳闸等），从而切断电源，防止触电事故的发生。

图 1.6 所示为三脚插头和三孔插座的接线方法，图 1.7 所示为单相电气设备保护接零的正确接法，图 1.8 所示为保护接零的错误接法。

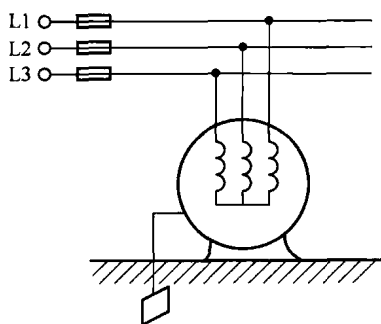


图 1.4 保护接地

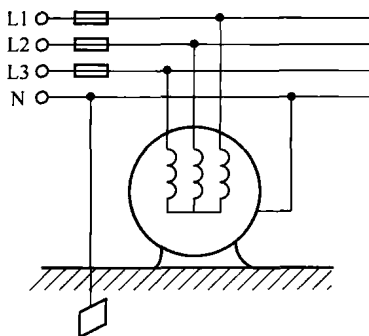
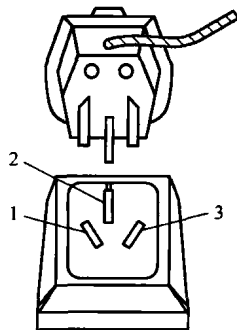


图 1.5 保护接零



1—零线 2—保护零线或地线 3—火线

图 1.6 三脚插头和三孔插座



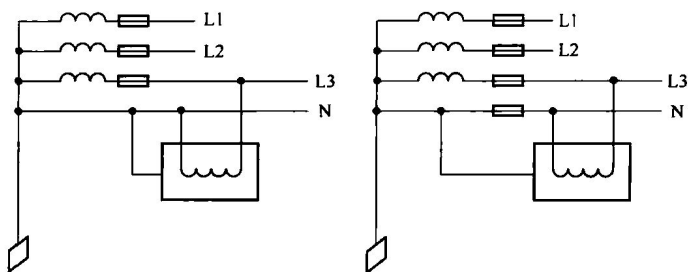
注意

在同一供电线路中，不允许一部分设备采用保护接地而另一部分设备采用保护接零。在图 1.9 所示系统中，当接地设备一相碰触外壳而其保护装置又没有动作时，零线电位将升高到 $U_{\phi}/2$ ，从而使得与零线相连接的所有电气设备的金属外壳都带上危险的电压。

(3) 漏电保护。

漏电保护已广泛地应用于低压配电系统中。当电气设备（或线路）发生漏电或接地故障时，保护装置能在人尚未触及之前就将电源切断；当人体触及带电体时，能在极短（0.1s）的时间内

切断电源，从而减轻电流对人体的伤害程度。



(a) 零线上无熔断器

(b) 零线上有熔断器

图 1.7 单相电气设备保护接零的正确接法

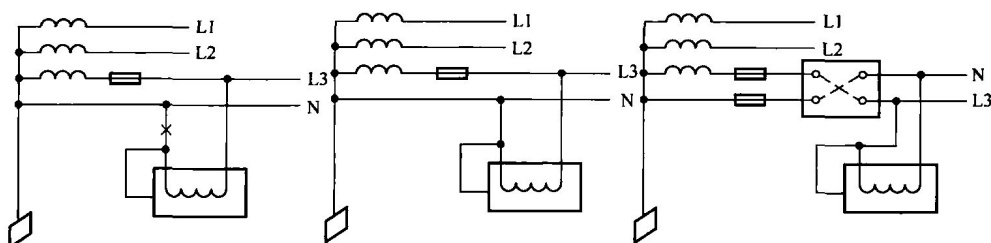


图 1.8 单相电气设备保护接零的错误接法

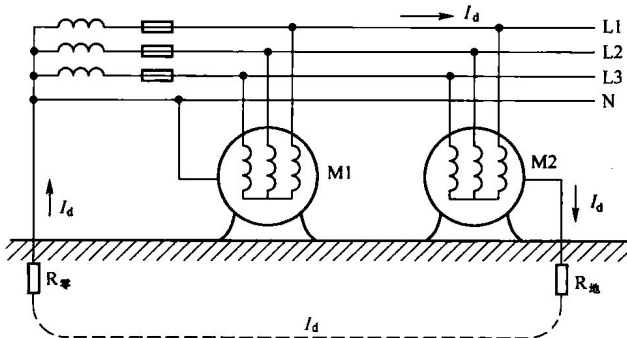
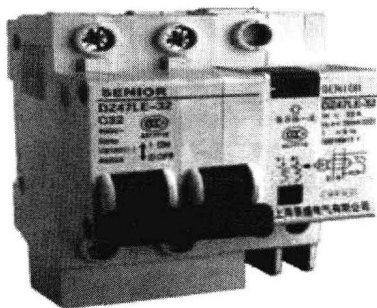
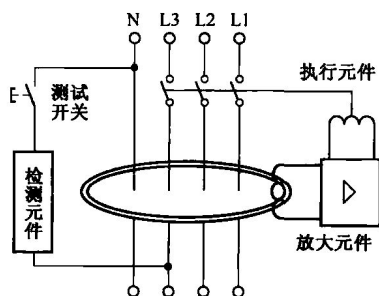


图 1.9 同一供电系统中同时采用保护接地和保护接零时的情况

漏电保护器有电压型和电流型两大类，其中电流型应用最为广泛。图 1.10 (a) 所示为漏电保护器的外形，图 1.10 (b) 所示为漏电保护器的原理图。



(a) 外形



(b) 原理图

图 1.10 漏电保护器

正常情况下,互感器铁心中合成磁场为零,说明无漏电现象,执行机构不动作;当发生漏电现象时,合成磁场不为零并产生感应电压,感应电压经放大后驱动执行元件并使其快速动作,从而切断电源,确保安全。

安装漏电保护器时,工作零线必须接漏电保护器,而保护零线或保护地线不得接漏电保护器。

(4) 其他防护措施。

① 安装照明电路时,火线必须进开关。当开关处于分断状态时,用电器就不带电。另外,安装螺口灯座时,火线要与灯座中心的簧片连接,不允许与螺纹相连。

② 导线通过电流时,不允许过热,所以导线的额定电流应比实际输电的电流要大些,并且应根据使用环境和负载性质合理选择安全裕度。熔丝是用作保护的,电路发生短路或过载时应能按要求迅速熔断,所以不能选额定电流很大的熔丝来保护小电流电路,更不允许以普通导线代替熔丝。

③ 日常生产、生活中产生静电的情况很多,例如:皮带运输机运行时,皮带轮摩擦起电;物料粉碎、碾压、搅拌、挤出等加工过程中的摩擦起电;在金属管道中输送液体或用气流输送粉体物料等都可能产生静电。静电的危害主要是静电放电引起周围易燃易爆的液体、气体或粉尘起火乃至爆炸;还可能使人遭受电击。一般情况下,静电能量不大,所引起的触电不至于造成人员死亡,但可能引起跌倒等二次伤害。消除静电的最基本方法是将可能带静电的物体用导线连接起来接地。

④ 雷云在形成的过程中,由于摩擦等原因,累积起大量的电荷(正或负电荷),产生很高的对地电压。当带有异性电荷的雷云接近到一定程度,或雷云距离树梢、建筑物顶等较近时,便会击穿空气而发生强烈的放电,并伴随着出现高温、高热、耀眼的弧光和震耳的轰鸣等现象,即雷电现象。

防雷的基本思想是疏导,即设法将雷电流引入地。常用的防雷装置有避雷针、避雷线、避雷网、避雷带和避雷器等,与接地装置一起构成完整的防雷系统。避雷针普遍用于建筑物及露天的电力设施,利用尖端放电原理,保护高大的、凸出的、孤立的建筑物或设施;避雷线主要用于电力线路的防雷保护(这时的避雷线又叫架空地线);避雷网和避雷带主要用于建筑物的防雷保护,安装于屋角、屋脊等易受雷击的凸出部位;避雷器安装于变配电设备或线路中,以防雷击时所产生的数十万伏的感应过电压顺电力线路以冲击波的形式侵入室内,使设备的绝缘发生闪络或击穿。

发生雷电时,应避免接触或接近高处的金属物体或与之相连的金属物体或防雷接地装置;不要在河边、洼地停留;不要露天游泳;尽量不要外出走动,尤其不要站在高大的树木下,也不要站在高处;如在野外无合适场所避雨,可双脚并拢蹲下;严禁在室外变电所进户线上作业;不要接听手机,更不应手持金属物件;使用室外天线的用户,应装避雷器或防雷用的转换开关,以防“引雷入室”。

⑤ 电气火灾和爆炸与其他原因导致的火灾和爆炸相比,具有更大的灾难性。因为电气火灾和爆炸除造成财产损坏、建筑物破坏、人员伤亡外,还将造成大范围、长时间的停电。同时,由于存在触电的危险,使得电火灾和爆炸的扑救更加困难。

几乎所有的电气故障都可能导致电气火灾。一般认为,引发电气火灾和爆炸的原因主要有以下几点:一是电气线路或设备过热,比如短路、过载、铁损过大、接触不良、机械摩擦、通风散热条件恶化等;二是电火花或电弧,比如短路故障、接地故障、绝缘子闪络、接头松脱、炭刷冒火、过电压放电、熔体熔断、开关操作、继电器触电开闭等都可能产生电火花和电弧;三是静电放电;四是电热和照明设备在使用时不注意安全要求。

发生火灾和爆炸必须同时具备两个条件:一是足够数量和浓度的可燃易爆物;二是有引燃或引爆的能源。鉴于此,电气防火防爆的主要措施有:排除可燃易爆物资,如保持良好通风、加强易燃易爆物品的管理;排除电气火源,如将正常运行时会产生火花、电弧和危险高温的非防爆电

气装置安装在危险场所之外,在危险场所尽量不用或少用携带式电气设备,确需使用的,严格按照规范安装和使用,并符合防火防爆要求;加强电气设备自身的防火防爆措施,如导线的安全载流量要合适,保持绝缘良好,防止误操作;通过接地、增湿、屏蔽、中和等措施消除或防止静电。

⑥ 其他安全用电常识。电气设备的绝缘电阻要勤检测,尤其是移动的电气设备,使用前要查看其绝缘是否良好。任何电气设备在未确认没有电以前,应一律视为有电,不要随便触及。尽量避免带电操作,确需带电操作时,应做好防护措施并配有监护人。使用电烙铁、电熨斗、电吹风、电炉等电热器具时,人不要离开并防烫伤;广播、电话、电视、网络等“弱电”线路要与照明、动力、取暖、制冷等“强电”线路分开敷设,以防“强电”窜入“弱电”;不准乱拉乱接,禁止使用“一线一地”的安装方式;不盲目信赖开关或控制装置,只有拔下电器电源插头才是最安全的。

3. 触电急救

人触电以后,不能自行摆脱电源。触电急救最关键的因素是根据患者的现象首先能判断出发生了触电事故,然后按照适当的方法进行及时抢救。施救时应先切断电源,假如判断不正确当作生病抢救,施救者也容易发生触电事故。

(1) 对于低压触电事故,可采用下列方法使触电者脱离电源,如图 1.11 所示。

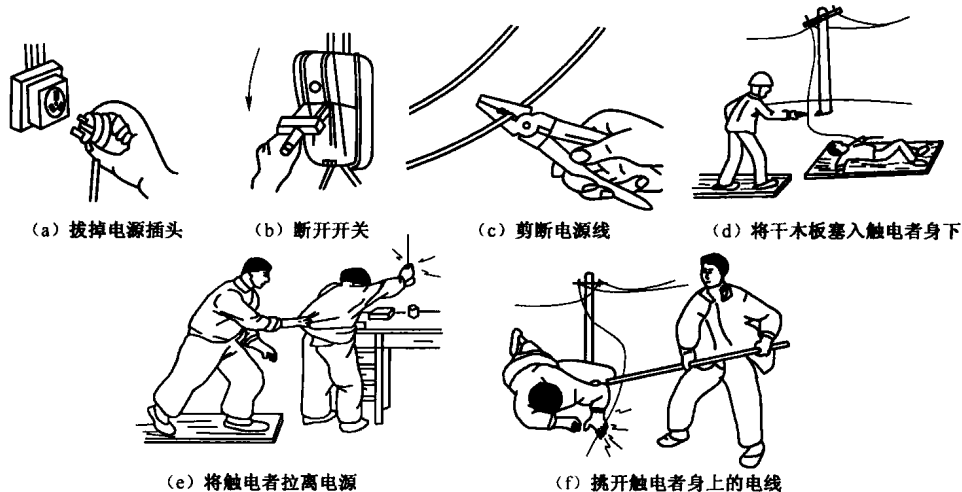


图 1.11 使触电者脱离电源的方法

① 立即拔掉电源插头或断开触电地点附近开关。

② 电源开关远离触电地点,可用有绝缘柄的电工钳或干燥木柄的斧头分相切断电线(不可同时剪两根线,以免造成短路);或将干木板等绝缘物塞入触电者身下,以隔断电流。

③ 电线搭落在触电者身上或被压在身下时,可用干燥的衣服、手套、绳索、木板、木棒等绝缘物作为工具,拉开触电者或挑开电线,使触电者脱离电源。

(2) 对于高压触电事故,可以采用下列方法使触电者脱离电源。

① 立即通知有关部门停电。

② 戴上绝缘手套,穿上绝缘靴,用相应电压等级的绝缘工具断开电源。

③ 将裸金属线的一端可靠接地,另一端抛掷在线路上造成短路,迫使保护装置动作切断电源。

(3) 脱离电源后的注意事项。

① 救护人员不可以直接用手或其他金属及潮湿的物件作为救护工具,必须采用适当的绝缘工具且单手操作,以防止自身触电。