



教育部高职高专规划教材

电工基本技能 实训指导

● 马克联 主编
徐国和 主审



化学工业出版社
教材出版中心

教育部高职高专规划教材

电工基本技能实训指导

马克联 主编

徐国和 主审

化学工业出版社
教材出版中心
·北京·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

电工基本技能实训指导/马克联主编. —北京: 化学工业出版社, 2001.6
教育部高职高专规划教材
ISBN 7-5025-3295-1

I. 电… II. 马… III. 电工技术-高等学校: 技术学校-教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 038922 号

教育部高职高专规划教材

电工基本技能实训指导

马克联 主编

徐国和 主审

责任编辑: 王丽娜 张建茹

责任校对: 李 丽

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
教材出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010)64918013

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市彩桥印刷厂印刷

北京市彩桥印刷厂装订

开本 787×1092 毫米 1/16 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 184 千字

2001 年 7 月第 1 版 2001 年 7 月北京第 1 次印刷

印 数: 1—4000

ISBN 7-5025-3295-1/G·859

定 价: 12.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版说明

高职高专教材建设工作是整个高职高专教学工作中的重要组成部分。改革开放以来，在各级教育行政部门、有关学校和出版社的共同努力下，各地先后出版了一些高职高专教育教材。但从整体上看，具有高职高专教育特色的教材极其匮乏，不少院校尚在借用本科或中专教材，教材建设落后于高职高专教育的发展需要。为此，1999年教育部组织制定了《高职高专教育专门课课程基本要求》（以下简称《基本要求》）和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》（以下简称《培养规格》），通过推荐、招标及遴选，组织了一批学术水平高、教学经验丰富、实践能力强的教师，成立了“教育部高职高专规划教材”编写队伍，并在有关出版社的积极配合下，推出一批“教育部高职高专规划教材”。

“教育部高职高专规划教材”计划出版500种，用5年左右时间完成。这500种教材中，专门课（专业基础课、专业理论与专业能力课）教材将占很高的比例。专门课教材建设在很大程度上影响着高职高专教学质量。专门课教材是按照《培养规格》的要求，在对有关专业的人才培养模式和教学内容体系改革进行充分调查研究和论证的基础上，充分吸取高职、高专和成人高等学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验和教学成果编写而成的。这套教材充分体现了高等职业教育的应用特色和能力本位，调整了新世纪人才必须具备的文化基础和技术基础，突出了人才的创新素质和创新能力的培养。在有关课程开发委员会组织下，专门课教材建设得到了举办高职高专教育的广大院校的积极支持。我们计划先用2~3年的时间，在继承原有高职高专和成人高等学校教材建设成果的基础上，充分汲取近几年来各类学校在探索培养技术应用性专门人才方面取得的成功经验，解决新形势下高职高专教育教材的有无问题；然后再用2~3年的时间，在《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上，通过研究、改革和建设，推出一大批教育部高职高专规划教材，从而形成优化配套的高职高专教育教材体系。

本套教材适用于各级各类举办高职高专教育的院校使用。希望各用书学校积极选用这批经过系统论证、严格审查、正式出版的规划教材，并组织本校教师以对事业的责任感对教材教学开展研究工作，不断推动规划教材建设工作的发展与提高。

教育部高等教育司

2001年4月3日

前 言

根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》精神，为满足高职高专电类相关专业教学基本建设的需要，在教育部高教司和教育部高职教育教学指导委员会的关心和指导下，全国石油和化工高职教育教学指导委员会广泛开展调研，召开多次高职高专电类教材研讨会，组织编写了20本面向21世纪的高职高专电类专业系列教材，供工业电气化技术、工业企业电气化、工业电气自动化、应用电子技术、机电应用技术及工业仪表自动化、计算机应用技术等相关专业使用。

本套教材立足高职高专教育人才培养目标，遵循主动适应社会发展需要、突出应用性和针对性、加强实践能力培养的原则，组织编写了专业基础课程的理论教材和与之配套的实训教材。实训教材集实验、设计与实习、技能训练与应用能力培养为一体，体系新颖，内容可选择性强。同时提出实训硬件的标准配置和最低配置，以方便各校选用。

由于本套教材的整体策划，从而保证了专业基础课与专业课内容的衔接，理论教材与实训教材的配套，体现了专业的系统性和完整性。力求每本教材的讲述深入浅出，将知识点与能力点紧密结合，注重培养学生的工程应用能力和解决现场实际问题的能力。

本书以国家维修电工技能鉴定标准为依据，着眼21世纪对电工行业的要求来选择内容，减少验证性实验内容，立足于低压、内线敷设及配套电气设备的安装与维修。本书的特点可归为：突出实用、强调能力、分段培养、行进式考评。既注重实用技术的传授，以动手能力的培养为主线，重点放在电工操作技能的训练上，培养学生分析和解决实际问题的能力。又遵循循序渐进的原则，由基础技能到综合技能，由浅入深、深入浅出的培训，并辅以行进式的考评方式，确保实训的质量。

《电工基本技能实训指导》课程教学时数为120~150学时。教材对实验仪器设备以及实训场所等未作特殊、统一要求，各校可按自身条件和实际情况，对学生提出要求，取舍或增加实训内容。教学方式可采用独立设课，每周用两学时进行基础知识及基础实验的教学。前后各设两周的集中实训，分别进行基础和综合实训项目或按内容调整次序进行实训。也可以作为《电工技术基础》课程的配套辅助教材，基础部分与理论课同步穿插进行，基础课教学完成后进行两周的综合实训。

本书力求内容和编排的可选择性，方便不同学时的高职高专强电、弱电、计算机以及机电一体化专业的选用。也可作为非电类专业电工学一体化教学的教材或参考书。同样适于中等职业学校选用。

本书第一、二部分由马克联编写。第三部分由杨柳春、马克联合作编写。第四部分的实训五、六、七由朱义书编写，实训八、九、十由李越、陈洁编写。马克联担任主编，负责内容的组织和统稿工作。徐国和教授担任本书的主审，他对全书的形式和内容以及许多细小的方面如文字叙述、插图等提出很多宝贵的意见和建议。教材经2001年2月吉林审稿会议审阅，于占河、董力、朱秀兰等老师对初稿提出许多修改意见。编者在此对审稿人员及对本书编写工作给予大力支持的院校和化学工业出版社的编辑们表示诚挚的谢意。

在编写过程中笔者参考了许多图书和杂志，由于篇幅有限，书后的参考文献中只列举了

主要的参考书目，在此谨向参考文献的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中尚有许多错误和不足之处，殷切期望专家、同行批评指正，亦希望得到读者的意见和建议。

编者

2001年5月

内 容 简 介

本书是集实验讲义、报告册和实训指导书于一体的高等职业技术教育实践教学环节教材，以国家职业技能鉴定标准为依据，内容涉及安全技术基础知识、电工测量知识、电工材料、电工基础实验、常用电工工具的使用、常用电工仪表、电力线连接及照明线路敷设技术、常用低压电器、常用光源、低压电器整修、三相鼠笼型异步电动机及基本电力拖动技术。本书的特点可归为：突出实用、强调能力、分段培养、行进式考评。既注重实用技术的传授，以动手能力的培养为主线，重点放在电工操作技能的训练上，培养学生分析和解决实际问题的能力。又遵循循序渐进的原则，由基础技能到综合技能、由浅入深、深入浅出的培训，并辅以行进式的考评方式，确保实训的质量。

本书可作为高职高专电类专业电工技术基础的配套实训教材，也可作计算机及非电类专业电工学一体化教学的教材或参考书，同样适于中等职业学校选用。

目 录

第一部分 基础知识	1
一、安全技术基础知识	1
(一) 触电与安全用电	1
(二) 安全用电的措施	3
(三) 电气事故急救处理	5
(四) 记录作业	8
二、电工测量基础知识	8
(一) 测量基本知识	8
(二) 电工测量仪表	9
(三) 测量技术	12
(四) 记录作业	15
三、常用电工材料	15
(一) 导电材料	15
(二) 电力线及其选用	17
(三) 绝缘材料	20
(四) 磁性材料	21
(五) 记录作业	22
第二部分 基础实验	23
实验一 元件认识、伏安法测电阻	23
实验二 基尔霍夫定律的验证	28
实验三 验证叠加原理	29
实验四 验证戴维南定理	30
实验五 RLC 串联电路	32
实验六 日光灯的安装及功率因数的提高	33
实验七 串联谐振电路	36
实验八 三相交流电路的测试	38
实验九 变压器、耦合线圈的串联	41
实验十 线性电路的过渡过程	43
第三部分 基础实训	48
实训一 常用电工工具、仪表的使用	48
实训二 导线的连接及绝缘的恢复	56
实训三 焊接技能初步知识	63
实训四 常用电器认识	72
第四部分 综合实训	88
实训五 电度表的安装及使用	88
实训六 线管照明线路的安装	91

实训七 护套线照明电路的安装	94
实训八 低压电器整修	97
实训九 三相异步电动机综合测试	101
实训十 三相异步电动机控制线路安装	106
主要参考文献	115

第一部分

基础知识

一、安全技术基础知识

随着科学技术的迅猛发展，现代人类的日常生活和工农业生产中，越来越多地使用着品种繁多的家用电器和电气设备，这些给人们的生活和生产带来了极大的便利。但在使用电能的过程中，仍存在着许许多多不注意安全用电的问题，极易造成人身触电伤亡或电气设备的损坏，甚至影响到电力系统的正常运行，造成大面积停电及电火灾等事故，使人民和国家财产遭受极大的损失。

1990年8月2日，某厂值班电工在接线时，误将电源火线接入潜水泵的接地端，使泵体串电，造成操作工一人触电死亡，另一人被电伤。

1994年12月8日，新疆克拉玛依市一公共场所因舞台上方的照明灯燃着幕布，发生火灾，烧死323人，伤130人，其中中小學生288人。

2000年4月18日，兰州市某商厦因节能灯镇流器故障产生局部过热，引燃其塑料外壳导致特大火灾。肆虐的大火将整座四层的大厦基本烧毁，大量商品化为灰烬，过火面积4786m²，造成直接经济损失达469万余元。

因此，必须十分注意安全用电！以确保人身、设备、电力系统三方面的安全，防止类似事故再次发生。

(一) 触电与安全用电

1. 电流对人体的作用

接触了低压带电体或接近、接触了高压带电体称为触电。人体触电时，电流通过人体，就会产生伤害，按伤害程度不同可分为电击和电伤两种。

电击是指人体接触带电体后，电流使人体的内部器官受到伤害。触电时肌肉发生收缩，如果触电者不能迅速摆脱带电体，电流将持续通过人体，最后因神经系统受到损害，使心脏和呼吸器官停止工作而趋于死亡。这是最危险的触电事故，是造成触电死亡的主要原因，也是经常遇到的一种伤害。

电伤是指电对人体外部造成的局部伤害，如电弧灼伤、电烙印、熔化的金属飞溅入皮肤造成伤害等，电伤严重时亦可致命。

2. 安全电压

人体触电的伤害程度与通过人体的电流大小、频率、时间长短、触电部位以及触电者的生理素质等情况有关。通常低频电流对人体的伤害甚于高频电流，而电流通过心脏和中枢神经系统则最为危险。当通过人体（心脏）的电流在1mA时，就会引起人的感觉，称为感知

电流，如若到 50mA 以上，就会有生命危险，而达 100mA 时只要很短时间就足以致命。触电时间越长，危害就越大。

人体电阻通常在 1~100kΩ 之间，在潮湿及出汗的情况下会降致 800Ω 左右。接触 36V 以下电压时，通过人体电流一般不超过 50mA，故我国规定安全电压的等级为 36V、24V、12V、6V。通常规定为 36V 以下；但在潮湿及地面能导电的厂房，安全电压则定为 24V；在潮湿、多导电尘埃、金属容器内等工作环境时，安全电压取为 6V；而在环境不十分恶劣的条件下可取 12V。

3. 常见触电方式

触电大致可归纳为单线触电、双线触电以及跨步触电三种。

(1) 单线触电 人体接触三相电源中的某一根相线，而其他部位同时和大地相接触，就形成了单线触电。此时电流自相线经人体、大地、接地极、中性线形成回路，如图 1-1 所示。因现在广泛采用三相四线制供电，且中性线一般都接地，所以发生单线触电的机会也最多。此时人体承受的电压是相电压，在低压动力线路中为 220V。图 1-2 是单线触电的另一种形式。即使人站在绝缘的木凳上，因灯泡或其他用电器的电阻小于人体电阻，人体承受的电压与相电压相差不太大，故这种触电也很危险。

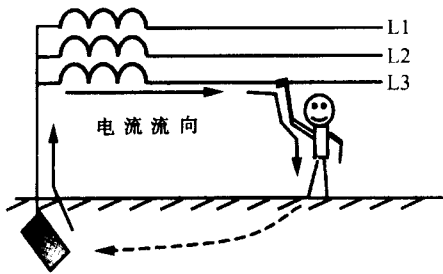


图 1-1 单线触电

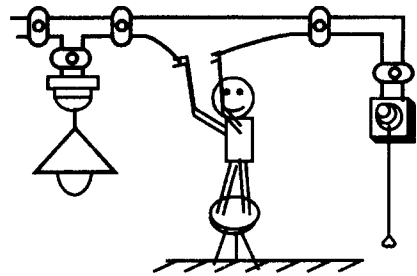


图 1-2 另一形式的单线触电

(2) 双线触电 如图 1-3 所示，人体同时接触三相电源中的某两根相线就形成了两线触电。人体承受的电压是线电压，在低压动力线路中为 380V。此时通过人体的电流将更大，而且电流的大部分流经心脏，所以比单线触电更危险。

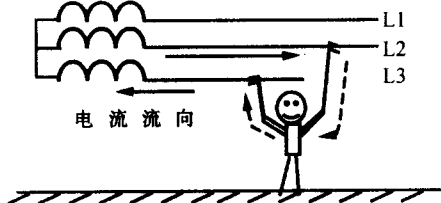


图 1-3 双线触电

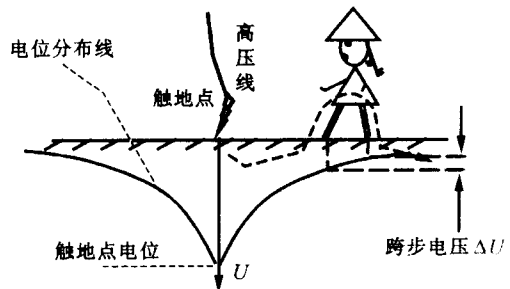


图 1-4 跨步电压触电

(3) 跨步电压触电 高压电线接触地面时，电流在接地点周围 15~20m 的范围内将产生电压降。当人体接近此区域时，两脚之间承受一定的电压，此电压称跨步电压。由跨步电压引起的触电称为跨步电压触电。如图 1-4 所示。

跨步电压一般发生于高压设备附近，人体离接地体越近，跨步电压越大。因此在遇到高压设备时应慎重对待，避免受到电击。

4. 常见触电原因

触电原因很多，一般是由于：

- ① 违章作业，不遵守有关安全操作规程和电气设备安装及检修规程等规章制度；
- ② 误接触到裸露的带电导体；
- ③ 接触到因接地线断路而使金属外壳带电的电气设备；
- ④ 偶然性事故，如电线断落触及人体。

(二) 安全用电的措施

安全用电的基本方针是“安全第一，预防为主”。为使人身不受伤害，电气设备能正常运行，必须采取必要的各种安全措施，严格遵守电工基本操作规程，电气设备采用保护接地或保护接零，防止因电气事故引起的火灾发生。

1. 基本安全措施

(1) 合理选用导线和熔丝 各种导线和熔丝的额定电流值可以从手册中查得。在选用导线时应使其载流能力大于实际输电电流。熔丝额定电流应与最大实际输电电流相符，切不可用导线或铜丝代替。并按表 1-1 规定依电路选择导线的颜色。

表 1-1 特定导线的标记及规定

电路及导线名称		标 记		颜 色
		电源导线	电器端子	
交流三相电路	1 相	L1	U	黄色
	2 相	L2	V	绿色
	3 相	L3	W	红色
零线或中性线		N		淡蓝色
直流电路	正极	L +		棕色
	负极	L -		蓝色
	接地中间线	M		淡蓝色
接地线		E		黄和绿双色
保护接地线		PE		
保护接地线和中性线共用一线		PEN		
整个装置及设备的内部布线一般推荐				黑色

(2) 正确安装和使用电气设备 认真阅读使用说明书，按规程使用安装电气设备。如严禁带电部分外露、注意保护绝缘层、防止绝缘电阻降低而产生漏电、按规定进行接地保护等。

(3) 开关必须接相线 单相电器的开关应接在相线（俗称火线）上，切不可接在零线上。以便在开关关断状态下维修及更换电器，从而减少触电的可能。

(4) 合理选择照明灯电压 在不同的环境下按规定选用安全电压，在工矿企业一般机床照明灯电压为 36V，移动灯具等电源的电压为 24V，特殊环境下照明灯电压还有 12V 或 6V。

(5) 防止跨步电压触电 应远离断落地面的高压线 8~10m，不得随意触摸高压电气设备。

2. 安全操作规程

国家级有关部门颁布了一系列的电工安全规程规范，各地区电业部门及各单位主管部门也对电气安全有明确规定，电工必须认真学习，严格遵守。为避免违章作业引起触电，首先应熟悉以下电工基本的安全操作要点。

① 上岗时必须穿戴好规定的防护用品。不同岗位安全用具及防护用品有所不同。

② 一般不允许带电作业。如确需带电作业，应采取必要的安全措施，如尽可能单手操作、穿绝缘靴、与导体及接地体用橡胶毡隔离等，并需专人监护。

③ 在线路、设备上工作时切断电源，经试电笔测试无电并挂上警告牌（如有人操作、严禁合闸）后方可进行工作。任何电气设备在未确认无电以前，均作为有电状态处理。

④ 按规定搭接临时线，敷设时应先接地线，拆除时应先拆相线，拆除的电线要及时处理好，带电的线头需用绝缘带包扎好。严禁乱拉临时线。

⑤ 使用电烙铁时，安放位置不得有易燃物或靠近电气设备，用完要及时拔掉电源插头。

⑥ 高空作业时应系好安全带。扶梯应有防滑措施。

3. 接地与接零

触电的原因可能是人体直接接触带电体，也可能是人体触及漏电设备（因绝缘损坏而使金属外壳带电的设备）所造成的。大多数事故发生在后者。为确保人身安全，防止这类触电事故的发生，必须采取一定的防范措施。

(1) 保护接地 在中性点不接地的低压（1kV 以下）供电系统中，将电气设备的金属外壳或构架与接地体良好的连接，这种保护方式称保护接地。通常接地体是钢管或角铁，接地电阻不允许超过 4Ω 。如图 1-5 所示，当人体触及漏电设备的外壳时，漏电流自外壳经接地体电阻 R_{PE} 与人体电阻 R_P 的并联分流后流入大地，因 $R_P \gg R_{PE}$ ，所以流经人体的电流非常小。接地电阻愈小，流经人体的电流愈小，愈安全。

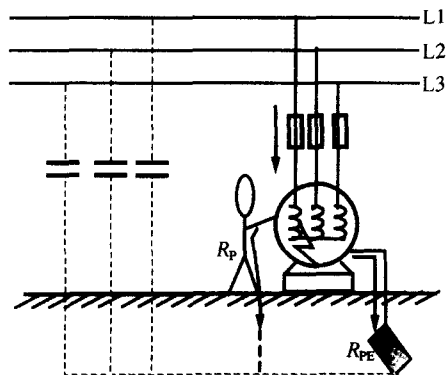


图 1-5 保护接地原理

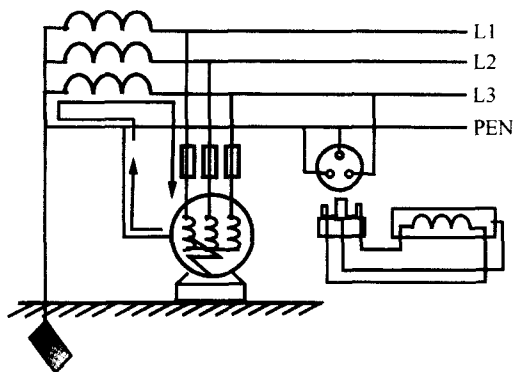


图 1-6 保护接零原理

(2) 保护接零 在中性点已接地的三相四线制供电系统中，将电气设备的金属外壳或构架与电网的零线相连接，这种保护方式称保护接零。如图 1-6 所示，当电气设备电线一相碰壳发生漏电时，该相就通过金属外壳与接零线形成单相短路，此短路电流足以使线路上的保护装置迅速动作，以切断故障设备的电源，消除了人体触及外壳时的触电危险。

(3) 实施保护接零应注意以下几点。

① 中性点未接地的供电系统，决不允许采用接零保护。因此时接零不但不起任何保护作用，在电器发生漏电时，反而会使所有接在零线上的电气设备的金属外壳带电，而导致触电。

② 单相电器的接零线不允许加接开关及熔断器等。否则万一零线断开或熔断器的熔丝熔断，即使不漏电的设备，其外壳也将存在相电压，造成触电危险。确需在零线上装熔断器或开关，则可用作工作零线，决不允许再用于保护接零，保护线必须在电网的零干线上直接引向电器的接零端。

③ 在同一供电系统中，不允许设备接地和接零并存。因此时若接地设备产生漏电，而漏电流不足以切断电源，就会使电网中性线的电位升高，而接零电器的外壳与零线等电位，故人若触及接零电气设备的外壳，就会触电。

(4) 接地的种类 低压电网的接地方式有 3 种 5 类。

(5) 系统符号含义如下。

第一个字母表示低压电源系统可接地点（三相供电系统通常是发电机或变压器的中性点）对地的关系。T——表示直接接地；I——表示不接地（所有带电部分与大地绝缘）或经人工中性点接地。

第二个字母表示电气装置的外露可导电部分对地的关系。T——表示直接接地，与低压供电系统的接地点无关；N——表示与低压供电系统的接地点进行连接。

后面的字母表示中性线与保护线的组合情况，S——表示分开的；C——表示公用的；C-S——表示部分是公共的。

① TN 系统：电源系统有一点直接接地，电气装置的外露可导电部分通过保护线（导体）接到此接地点上。如图 1-7 所示。

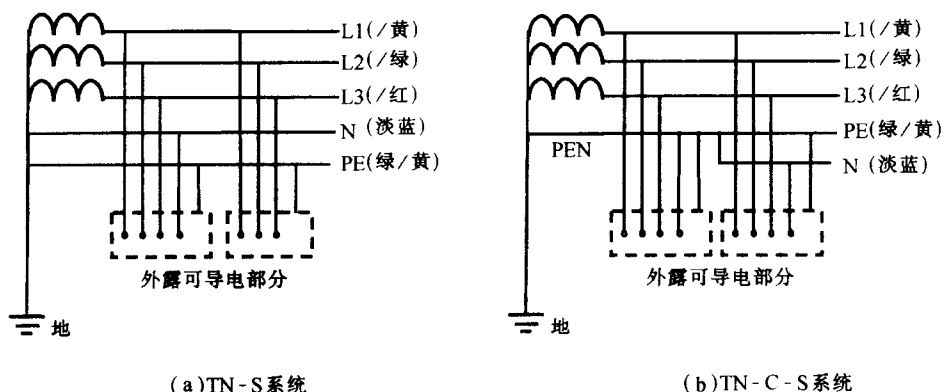


图 1-7 低压电网 TN 系统接线方式

② TT 系统：供电网接地点与电气装置的外露可导电部分分别直接接地。如图 1-8 所示。

③ IT 系统：电源系统可接地点不接地或通过电阻器（或电抗器）接地，电气装置的外露可导电部分单独直接接地。如图 1-9 所示。

(三) 电气事故急救处理

1. 触电急救

发生触电事故现场人员应当机立断以最快的速度采用安全、正确的方法使触电者脱离电源，因为电流通过人体的时间越长，伤害就越重。但切不可用手直接去拉触电者，以防再触电。然后视临床表现对触电者进行现场急救。

(1) 脱离电源有以下几种方法可据具体情况选择。

① 拉断电源开关或刀闸开关。

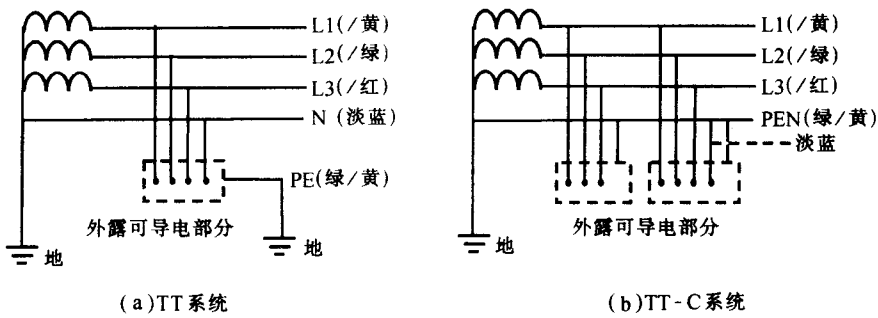


图 1-8 低压电网 TT 系统接线方式

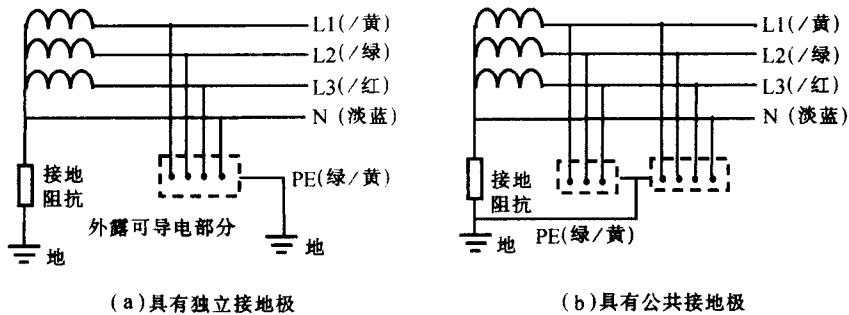


图 1-9 低压电网 IT 系统接线方式

- ② 拔去电源插头或熔断器的插芯。
- ③ 用电工钳或有干燥木柄的斧子、铁锨等切断电源线。
- ④ 用干燥的木棒、竹竿、塑料杆、皮带等不导电的物品拉或挑开导线。
- ⑤ 救护者可带绝缘手套或站在绝缘物上用手拉触电者脱离电源。

以上通常适用于脱离额定电压 500V 以下的低压电源。若发生高压触电，应立即告知有关部门停电。紧急时可抛掷裸金属软导线，造成线路短路，迫使保护装置动作以切断电源。

(2) 触电者脱离电源后，应立即进行现场紧急救护，触电者受伤不太严重时，应保持空气畅通，解开衣服以利呼吸，静卧休息，勿走动，同时请医生或送医院诊治。触电者失去知觉，呼吸和心跳不正常，甚至出现无呼吸、心脏停跳的假死现象时，应立即进行人工呼吸和胸外心脏挤压。此工作应做到医生来前不等待，送医院途中不中断，否则伤者可能会很快死亡。具体方法如下。

① 口对口人工呼吸法（适于无呼吸但有心跳的触电者），如图 1-10 所示。病人仰卧平地上，鼻孔朝天头后仰。首先清理口鼻腔，然后松扣解衣裳。捏鼻吹气要适量，排气应让口鼻畅。吹 2 秒来停 3 秒，5 秒一次最恰当。

② 胸外挤压法（适于有呼吸但无心跳的触电者），如图 1-11 所示。病人仰卧硬地上，松开领扣解衣裳。当胸放掌不鲁莽，中指应该对凹膛。掌根用力向下按，压下一寸至半寸。压力轻重要适当，过分用力会压伤。慢慢压下突然放，一秒一次最恰当。

③ 对既无呼吸又无心跳的触电者应人工呼吸、胸外挤压并用。先吹气 2 次（约 5 秒内完成），再做胸外挤压 15 次（约 10 秒内完成），以后交替进行。

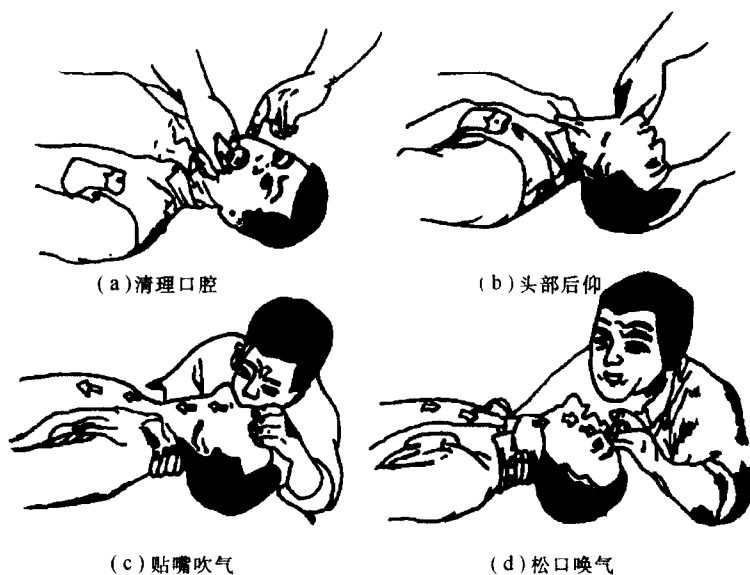


图 1-10 口对口人工呼吸法

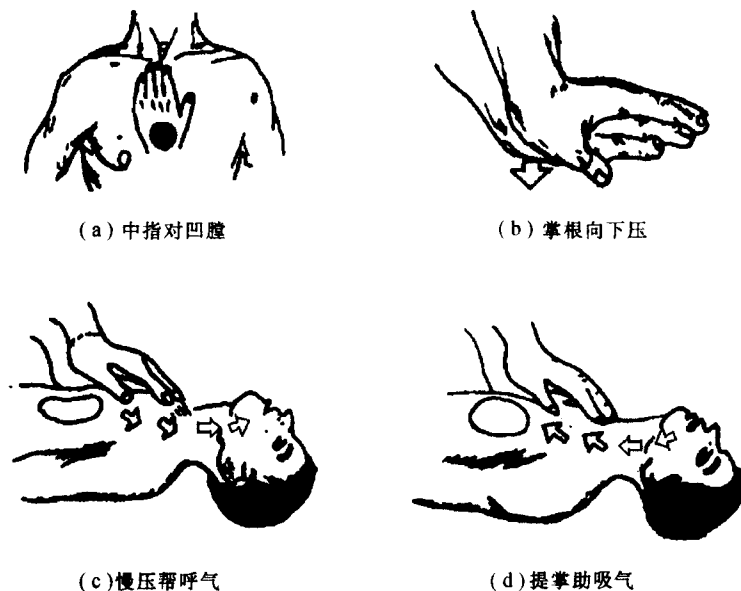


图 1-11 胸外挤压法

2. 电火警紧急处理

由于电气设备的绝缘老化、接头松动等因素，以及过载或短路原因致使导线发热，引燃周围的可燃物，而造成电火灾。尤其是易燃易爆场所造成危害更大。为防止电气火灾事故的发生，必须采取必要的防火措施。如经常检查电气设备的运行情况，看接头是否松动、有无电火花发生、过载和短路保护装置是否可靠、设备绝缘是否良好、接地是否可靠等。对易燃易爆场所应按规定等级选用防爆电气设备；保持良好通风以降低爆炸性混合物浓度。在能产生电火花和危险高温设备周围不应堆放易燃易爆物品。

一旦发生电火警必须按以下电气设备的灭火规则进行处理。

(1) 立即切断电源。电气设备发生火灾时，着火的电器、线路可能带电，必须防止火情蔓延和灭火时发生触电事故。

(2) 切断电源后可用水或普通灭火器（如泡沫灭火器）等灭火。

(3) 若必须带电灭火时，救火人员须穿绝缘靴、带绝缘手套并选不导电的灭火剂（如二氧化碳、二氟二溴甲烷灭火器）或黄沙进行灭火。且要注意保持与带电体之间的距离。

(四) 记录作业

1. 组织参观变电所，了解有关安全技术知识和供电系统常识。

2. 触电急救模拟训练。

(1) 使触电者脱离电源。

(2) 将触电者移至通风处静卧，解衣领、宽裤带。

(3) 实施人工呼吸。①用毛巾模拟触电者，进行“口对口”人工呼吸，吹2秒、停3秒。按节奏操作若干次。②一人模拟触电者，另一人实施胸外挤压心脏法。掌握好力度及频率。

3. 图 1-12 实施保护接零的接法中，有无问题？错在何处？会造成什么危险？请绘出正确的电气图。

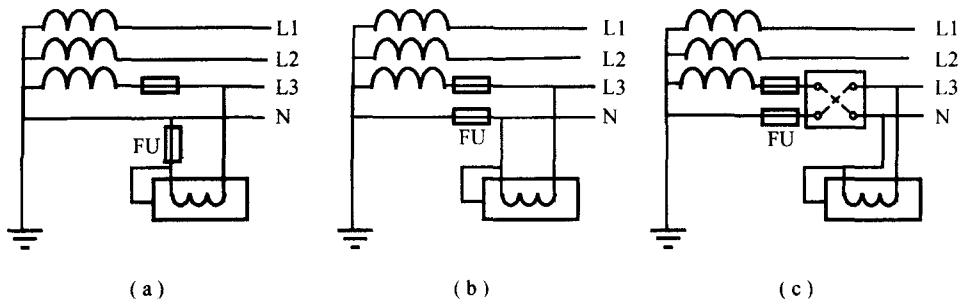


图 1-12 单相电器保护接零的错误接法

二、电工测量基础知识

在自动化技术中，要利用被控对象的电量信号来实施控制，就必须要通过信号测量这一关。电工测量就是利用电工测量仪表对电路中的物理量（如电压、电能、磁通量等）的大小进行测量。所以随着自动化技术的不断提高，电工测量的地位也越来越重要。电工测量是由电工测量仪表和电工测量技术共同完成的。仪表是依据，技术是保证。

(一) 测量基本知识

1. 测量方法

测量方法有两种：一种是直接测量，即利用仪表直接测量出被测量的大小；另一种是间接测量，就是用直接测量量通过一定的关系式进行计算得出被测量，如伏安法测电阻。而直接测量法又分为直接读数法（如用电流表测电流）和比较测量法，即通过比较被测量和标准量来确定被测量的值（如用电桥测电阻）。

2. 测量误差及其处理

无论用什么样的仪表和测量方法，其测量结果与被测量的实际值之间都会有差异，这就