



高职高专“十二五”规划教材

电工技术 实训教程

沈 翊 主编
赵夫辰 主审

DIANGONG
JISHU
SHIXUN JIAOCHENG



化学工业出版社

高职高专“十二五”规划教材

电工技术实训教程

沈 翊 主 编
赵夫辰 主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书内容包括电工技术实训须知、安全用电、常用工具及仪表训练、常用电工材料与低压电器训练、电工技术基础实验、电工基本技能训练、异步电动机的拆装检修与基本控制、小型变压器的拆装与检修八章内容。

本书以培养实践能力为主线,结合中级考工的技术要求,突出维修、安装、故障诊断与排除、综合实训指导与考核评价相结合,内容实用,易于操作,突出了鲜明的职业教育特色与综合实训理念,同时兼顾了电工基础实验。

本书可作为高职高专机电类各专业的实训教材,也可作为电工、维修电工及其他从事电气操作与维修的工程技术人员参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术实训教程/沈翊主编. —北京:化学工业出版社,
2012.7

高职高专“十二五”规划教材

ISBN 978-7-122-14307-5

I. 电… II. 沈… III. 电工技术-高等教育-教材
IV. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第099227号

责任编辑:张双进 廉 静

装帧设计:王晓宇

责任校对:宋 夏

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张12¼ 字数304千字 2012年8月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:24.00元

版权所有 违者必究

前 言

本书是“高职高专‘十一五’规划教材”《电工与电子技术》——项目化教材，配套的电工技术实训教程，内容及体系安排符合教育部 1999 年制定的“高职高专教育电工技术基础课程教学基本要求”。本书编写单位（河北工业职业技术学院）是全国 100 所国家级示范院校之一，河北工业职业技术学院电工与电子技术课程 2003 年被评为河北工业职业技术学院精品课程，2006 年被评为河北省精品课程，2010 年度教育部高职高专自动化类专业教学指导委员会精品课程，2011 年河北省验收达标精品课程。

本书编者是教学一线骨干教师，既有较强的电工工程实践经验，又具有丰富的教学实践经验。本书的大量教学实例来自于教学实践和教学成果，既具有较强的理论性，又具有鲜明的实用性。电工技术实践环节是学生学习电工*(电路)课程中进行的实验和课程结束后进行的电工技术综合实训。它是整个教学环节中的重要组成部分，对于强化基本训练、增强实践能力、加深理解理论知识、培养动手能力和初步设计能力有着极为重要的作用。为达到高职高专专业培养目标，本书内容包括电工技术实训须知、安全用电、常用工具及仪表训练、常用电工材料与低压电器训练、电工技术基础实验、电工基本技能训练、异步电动机的拆装检修与基本控制、小型变压器的拆装与检修八章内容，体系新颖，内容可选择性强。

本书目的是培养学生的实际操作能力，使学生成为“第一线”人才。因此，课程内容要通过实际操作来学习，严格要求、确保质量。书中提出的实训课时、硬件、软件条件供教学参考，实训指导教师可因地制宜，结合行业考证要求，对实训项目、内容深浅度以及课时数等进行调整、取舍和补充。

实训过程中，应严格执行有关规程规定，注重培养学生的安全、职业和质量意识。

本书参编人员及分工如下：主编沈翊（编写第六、第八章及综合实训），副主编赵素英（编写第一、第三章）、马智浩（编写第二、第五章）、参编武玉英（编写第七章）、李香服（编写第四章）。

本书由河北师范大学赵夫辰主审。

限于编者的水平和经验，书中不妥之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者

2012 年 4 月

目 录

第一章 电工技术实训须知	1
第二章 安全用电	5
第一节 安全用电常识	5
第二节 触电	11
第三节 触电现场抢救常识	13
第四节 接地与接零	17
实训思考	22
第三章 常用工具及仪表训练	23
第一节 常用工具及使用方法	23
第二节 常用仪表及使用方法	28
实训思考	37
第四章 常用电工材料与电路元器件的选用	38
第一节 常用电工材料	38
第二节 常用低压电路元器件	44
综合实训 1 导线的连接	57
综合实训 2 导线与接线端子的连接	58
实训思考	59
第五章 电工技术基础实验	60
实验一 电位、电压的测定及电路电位图的绘制	60
实验二 基尔霍夫定律的验证	62
实验三 叠加原理的验证	63
实验四 电压源与电流源的等效变换	65
实验五 戴维南定理和诺顿定理——有源二端网络等效参数的测定	68
实验六 RC 一阶电路的响应测试	71
实验七 用三表法测量电路等效参数	74
实验八 日光灯线路的连接及功率因数的提高	76
实验九 三相交流电路电压、电流的测量	78
实验十 单相铁芯变压器特性的测试	80
实验十一 单相电度表的校验	82
实验十二 三相笼式异步电动机点动和自锁控制	85
实验十三 三相笼式异步电动机正反转控制	87
实验十四 常用电子仪器仪表的使用	90
实验十五 整流滤波电路的测试	93
实验十六 集成稳压器	95
实验十七 晶体管共射极单管放大器	97

实验十八 负反馈放大器·····	100
实验十九 组合逻辑电路的应用与测试·····	103
实验二十 74LS160 组成 n 进制计数器·····	104
第六章 电工基本技能训练·····	108
第一节 导线的选择·····	108
第二节 导线绝缘层的剖削·····	110
第三节 导线连接的方法·····	112
第四节 导线与设备元件的连接·····	117
第五节 导线连接的要求·····	118
第六节 导线绝缘层的恢复·····	120
第七节 导线的焊接·····	121
第八节 室内配线的一般要求和工艺·····	121
第九节 常用照明电路·····	129
综合实训 3 导线连接和绝缘的恢复·····	136
实训思考·····	137
第七章 异步电动机的拆装、检修与基本控制·····	139
第一节 三相异步电动机的拆装与检修·····	139
第二节 单相异步电动机的拆装与检修·····	145
第三节 电气控制线路原理图的有关知识·····	150
第四节 几种工作机械的电气控制线路简介·····	152
第五节 常见故障及简易处理方法·····	153
综合实训 4 三相异步电动机定子绕组端部相间短路或匝间短路故障的检修·····	154
综合实训 5 风扇故障分析与处理·····	156
实训思考·····	158
第八章 小型变压器的拆装与检修·····	160
第一节 小型变压器的拆装·····	160
第二节 小型变压器的故障与检修·····	165
综合实训 6 单相变压器的绕制·····	167
实训思考·····	169
附录 1 中华人民共和国职业技能鉴定规范·····	171
附录 2 电工考核模拟试题及答案·····	181
参考文献·····	190

第一章 电工技术实训须知

一、电工技术实训室规则

为了在实训中培养学生严谨科学的作风，确保人身和设备的安全，顺利完成实验、实训任务，特制定以下规则。

- ① 教师应在每次实验、实训前对学生进行安全教育。
- ② 严禁带电接线或拆线。
- ③ 接好线路后，要认真复查，确信无误后，方可接通电源。如无把握，须请教师审查。
- ④ 发生事故时，要保持镇定，迅速切断电源，保持现场，并向教师报告。
- ⑤ 如欲增加或改变实验内容，须事先征得教师同意。
- ⑥ 非本次实验所用的仪器、设备，未经教师允许不得动用。
- ⑦ 损坏了仪器、设备，必须立即向教师报告，并写出书面检查。责任事故要酌情赔偿。
- ⑧ 保持实训室整洁、安静。
- ⑨ 实验、实训结束后，要拉下电闸，并将有关实验、实训用品整理好。

二、电工技术实训的目的和特点

1. 电工技术实训的目的

为贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》，推进高等职业技术教育更好地适应经济结构调整、科技进步和劳动力市场的需要，推动高等职业技术学院实施职业资格证书制度，加快高技能人才的培养。必须培养出具有较高素质、较强动手能力的高级应用型人才，以适应当今社会发展的需要。

2. 电工技术实训的特点

高职教育的教学目的决定了课程实训、生产实训和考工考级实训是实训课程的重要组成部分。其特点为针对性和实践性强。高职教育是一种职业定向教育，也可以说成是证书教育或者是订单教育。学生毕业应直接对口就业，并能够很快熟悉业务并开展工作。因此电工技术实训的环境应该是学生毕业后实际工作的环境，实训过程应该是实际工作过程的模拟。经过这种系统的实训，学生到一线工作时才能真正做到“无磨合期”使用。做到这一点必须通过有目标、有计划的安全、规范、严格、有序的充足的实践训练，才能熟练地掌握技能和规范。因此针对性和实践性是实训的突出特点。

三、电工技术实训的内容、要求和过程

1. 电工技术实训的基本内容

高职高专非电类毕业生，特别是机电类毕业生应该具备熟练使用电工材料、电工工具和电工仪表的能力；具备安装与检修一般电气控制线路的能力；具备整机装配、运行与调试以及检修的能力；具备电气设备故障诊断与检修的能力；具备正确处理电气设备安全事故的能力等。为培养这些能力，应通过综合、系统地强化训练才能实现。为此电工技术综合实训应安排以下内容。

① 电工技术基本技能训练。包括电工材料、电工工具、电工仪表的使用，导线的选用与连接等。

② 照明电路的安装与检修。包括导线配线、常用照明电路的安装与检修,电能的测量与电度表的使用等。

③ 三相异步电动机的拆装与检修。包括电动机的拆卸、装配、运行试验、故障检修等。

④ 低压电器设备的拆装与基本控制电路的安装。包括低压电器的选用、拆装,常用电气控制电路的安装与检修等。

2. 电工技术实训的基本要求

(1) 实训的客观条件要求

实训是实现培养目标、强化岗位职业能力的主要实践性教学环节。电工实训主要在校内实训中心、专业实训室或校外实习工厂来进行。实训的特点决定了必须由实训的客观条件做保证。具体的实训条件如下。

① 具有和生产一线一致的先进设备、配套设施以及实训消耗材料。

② 具有企业文化和良好的环境氛围。

③ 具有一定比例的高级技术人员和“双师型”教师作为实训的指导教师。

④ 具有确保实训教学在安全、规范、严格、有序的环境中进行管理的措施和保障手段。

⑤ 具有针对性很强的实训教学大纲、实训教材和实训计划。

(2) 实训的学生要求

为保证实训内容的正常完成,参加实训的学生必须做到:

① 明确实训目的,端正实训态度,积极主动地参与实训。

② 严格遵守实训纪律,爱护实训设备、工具和器材,节约实训材料。

③ 服从指导教师的安排,在规定的岗位上完成规定的实训内容,不得随意串岗。

④ 认真听取指导教师的讲解,仔细观察教师的示范操作,细心作业,反复实践,掌握规律。

⑤ 严格遵守安全操作规程,提高安全意识,做到文明实训。

⑥ 认真总结实训过程中的经验教训,做到相互借鉴,共同提高并认真撰写实训报告。

(3) 实训报告要求

每次实训完毕后,学生应填写实训报告。实训报告应用实训报告纸填写。首先要填写实验、实训名称、专业、班级、组别、姓名、同组姓名、实验日期等,然后根据实验、实训指导书中的实验、实训报告要求,填写实验、实训报告。要求做到简明扼要,字迹清楚,图表整洁,结论明确。实验、实训波形、曲线一律要画在坐标纸上,且比例要适当,坐标轴上应注明物理量的符号和单位,图下应标明波形、曲线的名称。

3. 电工技术实训的过程

依据电工技术实训的要求,电工技术实训教学可按以下五个阶段进行。

(1) 实训动员阶段

包括实训准备、实训教育、实训分工。

① 实训准备。作为教师接受实训任务后,应认真准备实训教学大纲、协调相关人员落实好实训的场地、设备、器材、各种工具和耗材以及相应的安全防护措施等。同时作为实训教师还应做好试操作,检查设备器材运行状况,以保证其处于正常工作状态。

作为学生应做好心理、身体及知识的准备。实训过程不同于理论教学,要求学生必须用理论指导实践,多动手以培养技能,并能适应不同的工作环境。实训过程中有的完全是一种体力劳动,并具有一定的危险性,参加实训的学生必须有良好的身体做保证才能完成实训任

务。身体不适者应另做安排。

② 实训教育。实训教育过程中要向学生讲授实训的意义、目标和要求。着重强调安全、规范、严格、有序的要求。

要知道：安全是做好实训的前提。安全为了实训，实训必须安全。历史上由于忽视安全而造成的惨痛教训很多，因此应教育学生在实训过程中遵守劳动纪律、增强责任心和明确操作工序等，以保证实训教学顺利进行。

规范是实训过程的核心。参加实训的教师必须做到行为规范、管理规范和技术规范，并以此来严格要求学生以适应将来的就业要求。

严格是达到实训目标的保证。“严师出高徒”，只有严格制度和规范，有计划、有步骤、有纪律地强化训练与严格要求，才能使学生学到真本领，受益终生。

有序是实现实训目标的重要条件。实训过程要循序渐进、有条不紊。内容上要由浅入深、由易到难，有计划、有步骤地进行。管理上科学规范，文明训练。

③ 实训分工。在实训之前，教师应根据学生的能力、性别等因素进行分组并指定组长负责小组管理工作。而后再给各小组下达每天实训的内容、方法、步骤、规范、要求、要实现的目标以及评分标准等。

(2) 讲解与示范阶段

实训教学之前，实训教师每天都应当把当天的实训内容、方法、步骤、规范、要求、要实现的目标等做耐心细致地讲解，尤其是一些重点、难点、工艺技巧等必须让学生深入领会。讲解过程中，教师要辅之以准确无误、规范熟练地示范，让学生加深对实训内容的印象和理解，为学生自己动手训练做好准备。

(3) 训练与指导阶段

这是整个实训教学的核心部分。学生应当主动积极，以饱满的热情和创新精神，按照布置的任务，循序渐进地反复训练与强化，使理论与实践有机地融为一体并得以升华。在此过程中教师应认真巡视并根据学生的能力差异做耐心地指导。

(4) 考核评分阶段

依据实训大纲，当学生完成一个阶段的实训内容后，教师应对学生进行考核评分，以考查学生是否达到了该阶段的实训目标。

(5) 工位清理与总结阶段

完成每天的实训任务后，学生应该认真清理工位上的工具、材料等，做到工位整洁、有序。学生离开工位后应“趁热打铁”，坐在一起认真交流体会，总结当天的实训经验与教训，并对自己一天的实训工作做出客观公正地分析与评价，以利再战。

4. 国家职业技能等级考核基本情况

按照实训的基本要求，完成实训规定的基本内容，便可以参加国家劳动部门组织的中级维修电工、中级电工的职业技能等级考试。考核合格者便可获得中华人民共和国劳动部颁发的相应等级的职业技能证书，从而大大增强自身的就业竞争力。

《中华人民共和国劳动法》明确规定，国家对规定的职业制定技能鉴定标准，实行职业资格准入制度，并由经过政府批准的考核鉴定机构负责对劳动者实施职业技能鉴定。

职业技能鉴定是提高劳动者素质，增强劳动者就业能力的有效措施。通过考核，对职业资格证书予以确认，为用人单位合理使用劳动力，劳动者自主择业提供有力的依据和凭证。

目前，国家已确定了 99 个工种采取职业资格准入制度，并分别制定了相应的《中华人

民共和国工人技术等级标准》和《国家职业技能鉴定规范》(即考核大纲),每个工种一般又分初、中、高三个等级,以确定劳动者按不同等级的职业技能从事不同的工作。

机电类各专业的学生,根据专业方向的不同和对所学知识的掌握情况可以申报的主要工种有:中、初级车工;中、初级钳工;中、初级电焊工;中、初级维修电工;中、初级电工;中、初级无线电装接工等。

职业技能考核的内容分知识要求和技能要求两部分,知识部分考试时间为 60~120min,满分 100 分,60 分及格;技能部分考试时间根据实际需要确定,一般为 2~4h,满分 100 分,60 分及格;两部分考核必须全部及格才通过考核,才能获得相应的技能证书,职业技能等级证书全国通用。

第二章 安全用电

本章主要介绍安全用电常识和电气安全技术知识。安全用电包括安全用电工作制度，电工安全操作规程、避雷器的类型和安装使用。本章的学习难点是电力系统和电气设备的接地，主要分为工作接地、保护接地、接零和重复接地。学习重点是触电与急救的基本知识，一旦发生触电事故，抢救者必须保持冷静，首先应使触电者脱离电源，然后进行急救，急救的方式包括：人工呼吸法和人工胸外心脏按压法。电气火灾的紧急处理步骤为：切断电源、正确使用灭火器材。用电设备必须正确选用、正确安装及维护，以有效地防止触电事故和其他电气事故。

第一节 安全用电常识

电能是人类社会的进步与发展过程中起着极其重要的作用，电能作为二次能源应用也越来越广泛。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，电能给人们的生活和生产带来了极大的便利。但是它又会对人类构成威胁，电气事故不仅毁坏用电设备，还会引起火灾；供电系统的故障可能导致用电设备的损坏或人身伤亡事故，也可能导致局部或大范围停电，甚至造成严重的社会灾难；触电会造成人员伤亡。为了保障人身、设备的安全，国家按照安全技术要求颁发了一系列的规定和规程。这些规定和规程主要包括电气装置安装规程、电气装置检修规程和安全操作规程，统称为安全技术规程。本章主要介绍安全用电常识和电气安全技术知识。

一、安全用电的意义

电，一方面造福人类；另一方面，又对人构成威胁。在用电过程中，必须特别注意电气安全，如果稍有麻痹或疏忽，就有可能造成严重的人身触电事故，或者引起火灾或爆炸。其中触电事故是人体触及带电体的事故，主要是电流对人体造成的危害，是电气事故中最为常见的。

二、电气工作人员具备的基本条件及人身安全常识

1. 电气工作人员具备的基本条件

① 在电气设备上工作至少应有两名经过电气安全培训并考试合格的电工进行。非合格电工在电气设备上工作时应由合格电工负责监护。

② 电气工作人员必须认真学习和严格遵守《电业安全工作规程》和工厂企业制定的现场安全规程补充规定。

③ 在电气设备上工作一般应停电后进行。只有经过特殊培训并考核合格的电工方可进行批准的某些带电作业项目。停电的设备是指与供电网电源已隔离，已采取防止突然通电的安全措施并与其他任何带电设备有足够的距离。

④ 在任何已投入运行的电气设备或高压室内工作，都应执行两项基本安全措施，即技术措施和组织措施。技术措施是保证电气设备在停电作业时断开电源，防止接近带电设备，防止工作区域有突然来电的可能；在带电作业时能有完善的技术装备和安全的作业条件。组

织措施是保证整个作业的各个安全环节在明确的有关人员安全责任制下组织作业。

⑤ 为了保证电气作业安全,所有使用的电气安全用具都应符合安全要求,并经过试验合格,在规定的有效期内使用。

2. 人身安全常识

人身安全是指电工本身及一般人员在生产与生活中防止触电及其他电气危害。电流对人体伤害的严重程度与通过人体电流的大小、频率、持续时间、通过人体的路径及人体电阻的大小程度等多种因素有关。

(1) 电流大小

通过人体的电流越大,人体的生理反应就越明显,感应就越强烈,引起心室颤动所需的时间就越短,致命的危险就越大。

对于工频交流电,按照通过人体电流的大小和人体所呈现的不同状态,大致分为下列三种。

① 感觉电流。指引起人的感觉的最小电流。实验表明,成年男性的平均感觉电流约为 1.1mA,成年女性约为 0.7mA。

② 摆脱电流。指人体触电后能自主摆脱电源的最大电流。实验表明,成年男性的平均摆脱电流约为 16mA,成年女性约为 10mA。

③ 致命电流。指在较短的时间内危及生命的最小电流。实验表明,当通过人体的电流达到 30~50mA 时,中枢神经就会受到伤害,使人感觉麻痹,呼吸困难。如果通过人体的工频电流超过 100mA 时,在极短的时间内人就会失去知觉而导致死亡。

根据触电者所处的环境对人的影响,对人体的允许电流做出如下的规定:由实验得知,在摆脱电流范围内,人若被电击后一般都能自主摆脱带电体,从而解除触电危险。因此,通常把摆脱电流看作是人体允许电流。在线路及设备装有防止触电的速断保护装置时,人体允许电流可按 30mA 考虑;在高空作业、水中等可能因电击导致摔死、淹死的场合,则应按不引起痉挛的 5mA 考虑。

(2) 电流频率

一般认为 40~60Hz 的交流电对人最危险。随着频率的增加,危险性将降低。高频电流不仅不伤害人体,还能治病。

(3) 通电时间

通电时间越长,人体电阻因出汗等原因降低,导致通过人体电流增加,触电的危险性亦随之增加。引起触电危险的工频电流和通过电流的时间关系可用下式表示

$$I = \frac{165}{\sqrt{t}}$$

式中 I ——引起触电危险的电流, mA;

t ——通电时间, s。

(4) 电流路径

电流通过头部可使人昏迷;通过脊髓可能导致瘫痪;通过心脏会造成心跳停止,血液循环中断;通过呼吸系统造成窒息。因此,从左手到胸部是最危险的电流路径;从手到手、从手到脚也是很危险的电流路径;从脚到脚是危险性较小的电流路径。

(5) 人体电阻

人体电阻包括内部组织电阻(称体电阻)和皮肤电阻两部分。皮肤电阻主要由角质层决

定,角质层越厚,电阻就越大。人体电阻一般约 $1500 \sim 2000\Omega$ (为保险起见,通常取为 $800 \sim 1000\Omega$)。

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。

(6) 电压的影响

从安全角度看,确定对人体的安全条件通常不采用安全电流而是用安全电压,因为影响电流变化的因素很多。而电力系统的电压却是较为恒定的。

当人体接触电压后,随着电压的升高,人体电阻会有所降低。若接触了高电压,则因皮肤受损破裂而会使人体电阻下降,通过人体的电流也就会随之增大。在高电压情况下,即使不接触,接近时也会产生感应电流的影响,因而是很危险的。经试验证实,电压高低对人体的影响及允许接近的最小安全距离可见表 2-1。

表 2-1 电压对人体的影响及可接近的最小距离

控制时的情况		可接近的距离	
电压/V	对人体的影响	电压/kV	设备不停电时的安全距离/m
10	全身在水中时跨步电压界限为 10V/m	≤ 10	0.7
		$20 \sim 35$	1.0
20	湿手的安全界限	44	1.2
30	干燥手的安全界限	$60 \sim 100$	1.5
50	对人的生命无危险界限	154	2.0
$100 \sim 200$	危险性急剧增大	220	3.0
> 200	对人的生命发生危险	330	4.0
3000	被带电体吸引	500	5.0
> 10000	有被弹开而脱险的可能		

三、电工安全操作知识

国家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 工作前必须检查工具、测量仪表和防护用具是否完好。

② 任何电气设备内部未经验明无电时,一律视为有电,不准用手触及。

③ 在线路、设备上工作时,要切断电源,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。不准在设备运转时拆卸修理电气设备。必须在停车、切断设备电源、取下熔断器、挂上“禁止合闸,有人工作”的警示牌,并验明无电后,才可进行工作。

④ 在总配电盘及母线上进行工作时,在验明无电后应挂临时接地线,装拆接地线都必须由值班电工进行。

⑤ 临时工作中断后或每班开始工作前,都必须重新检查电源确已断开,并验明无电。

⑥ 每次维修结束时,必须清点所带工具、零件,以防遗失和留在设备内而造成事故。

⑦ 由专门检修人员修理电气设备时,值班电工必须进行登记,完工后要做好交代,共

同检查,然后才可送电。

⑧ 必须在低压配电设备上带电进行工作时,要经过领导批准,并要有专人监护。工作时要戴工作帽,穿长袖衣服,戴绝缘手套,使用绝缘的工具,并站在绝缘物上进行操作,邻相带电部分和接地金属部分应用绝缘板隔开。严禁使用锉刀、钢尺等进行工作。

⑨ 禁止带负载操作动力配电箱中的刀开关。

⑩ 带电装卸熔断器时,要戴防护眼镜和绝缘手套,必要时使用绝缘夹钳,站在绝缘垫上操作。绝缘工具和防护用具如图 2-1 所示。

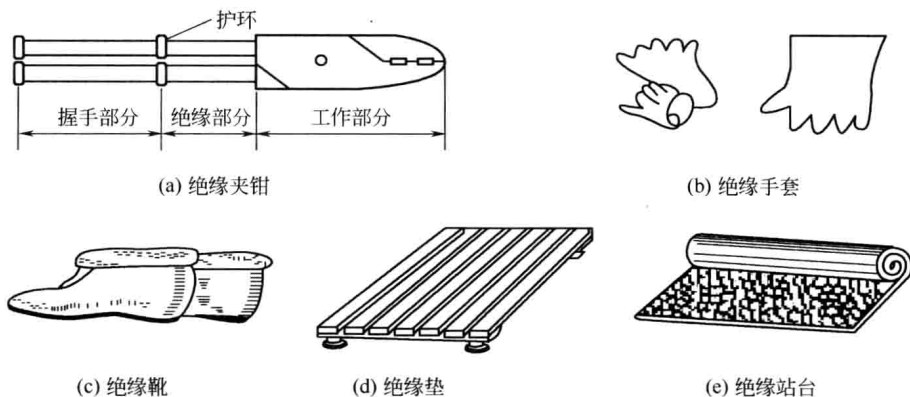


图 2-1 绝缘工具和防护用具

⑪ 熔断器的容量要与设备和线路的安装容量相适应。

⑫ 电气设备的金属外壳必须接地(接零),接地线要符合标准,不准断开带电设备的外壳接地线。

⑬ 拆除电气设备或线路后,对可能继续供电的线头必须立即用绝缘布包扎好。

⑭ 安装灯头时,开关必须接在相线上,灯头(座)螺纹端必须接在零线上。

⑮ 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。对临时装设的电气设备,必须将金属外壳接地。严禁将电动工具的外壳接地线和工作零线拧在一起插入插座。必须使用两线带地或三线带地插座,或者将外壳接地线单独接到接地干线上,以防接触不良时引起外壳带电。用橡胶软电缆接移动设备时,专供保护接零的芯线中不许有工作电流通过。

⑯ 动力配电盘、配电箱、开关、变压器等各种电气设备附近,不准堆放各种易燃、易爆、潮湿和其他影响操作的物件。

⑰ 高空作业时系好安全带,扶梯应有防滑措施。使用梯子时,梯子与地面之间的角度以 60° 左右为宜。在水泥地面上使用梯子时,要有防滑措施。对没有搭钩的梯子,在工作中要有人扶持。使用人字梯时拉绳必须牢固。

⑱ 使用喷灯时,油量不得超过容器容积的 $3/4$,打气要适当,不得使用漏油、漏气的喷灯。不准在易燃易爆物品附近点燃喷灯。

⑲ 使用 I 类电动工具时,要戴绝缘手套,并站在绝缘垫上工作。最好加设漏电保护断路器或安全隔离变压器。

⑳ 使用电烙铁时,安放位置不得有易燃物或靠近电气设备,用完后要及时拔掉电源

插头。

② 电气设备发生火灾时，要立刻切断电源，并使用“1211”灭火器或二氧化碳灭火器灭火，严禁用水或泡沫灭火器。

四、电气设备运行安全常识

设备安全是指电气设备、工作机械及其他设备的安全。设备安全主要考虑下列因素。

1. 电气装置安装的要求

① 总开关不能倒装。闸刀开关推上时电路接通，拉下来电路断开。如果倒装，就有可能自动合闸，使电路接通。这样，在检修电路时很不安全。

② 总开关和用户保险盒安装次序要正确，总开关应能控制保险盒，否则当保险盒损坏而进行修理时，就无法断电，影响操作安全。

③ 不能把开关、插座或接线盒等直接装在建筑物上，而应安装木盒。否则，如果建筑物受潮，就会造成漏电事故。

2. 不同场所对使用电压的要求

不同的场所（建筑物），在电气设备或设施的安装、维护、使用以及检修等方面都有着不同的要求。按照触电的危险程度，可将它们分成以下几类。

① 无高度触电危险的建筑物。指干燥、温暖、无导电粉尘的建筑物，例如住宅、公共场所、生活建筑物、实验室、仪表装配楼、纺织车间等。在这种场所中，各种易接触到的用电器、提带型电气工具的使用电压不超过工频 220V。

② 有高度触电危险的建筑物。指地板、天花板和四周墙壁经常潮湿、室内炎热高温（气温 30℃）和有导电粉尘的建筑物，例如金工车间、锻工车间、电炉车间、泵房、变配电所、压缩机站等。在这种场所中，各种易接触到的用电器、携带型电气工具的使用电压不超过工频 36V。

③ 有特别触电危险的建筑物。指特别潮湿、有腐蚀性液体及蒸气、煤气或游离性气体的建筑物，例如铸工车间、锅炉房、染化料车间、化工车间、电镀车间等。在这种场所中，各种易接触到的用电器、携带型电气工具的使用电压不超过工频 12V。

④ 在矿井和浴池之类的场所，在检修设备时，常使用专用的工频 12V 或 24V 工作手灯。

中国的安全电压值规定是工频交流 36V、24V 和 12V 三种。

五、安全用电技术措施

1. 固定设备电气安全的基本措施

(1) 直接电击的防护措施

① 绝缘。用绝缘材料将带电体封闭起来。良好的绝缘是保证电气设备和线路运行的必要条件，是防止触电的主要措施。应当注意，单独采用涂漆、漆包等类似的绝缘来防止触电是不够的。

② 屏护。采用屏护装置将带电体与外界隔开。为杜绝不安全因素，常用的屏护装置有遮拦、护罩、护盖和栅栏等。如常用的电器绝缘外壳、金属网罩、金属外壳和变压器的遮拦等都属于屏护装置。凡是金属材料制作的屏护装置，应妥善接地或接零。屏护装置不直接与带电体接触，对所用材料的电气性能没有严格要求，但必须有足够的机械强度和很好的耐热、耐火性能。

③ 障碍。即设置障碍以防止无意触及或接近带电体。但它并不能防止绕过障碍而触及带电体，至少应使人意识到超越屏障围栏会发生危险，而不去随意触及带电体。

④ 间隔。即保持一定间隔以防止无意触及带电体。凡易于接近的带电体,应保持在伸出手臂时所触及的范围之外。正常操作时,凡使用较长工具者,间隔应加大。

⑤ 漏电保护。漏电保护又叫残余电流保护或接地故障电流保护。漏电保护仅能做附加保护而不应单独使用,其动作电流最大不宜超过 30mA。

⑥ 安全电压。即根据具体工作场所的特点的安全电压,如 36V、24V 及 12V 等。

(2) 间接电击的防护措施

① 自动断开电源。安装自动断电装置。自动断电装置有漏电保护、过流保护、过压或欠压保护、短路保护等,当带电线路或设备发生故障或触电事故时,自动断电装置能在规定时间内自动切除电源,起到保护作用。

② 加强绝缘。是指采用有双重绝缘或加强绝缘的电气设备,或者采用另有共同绝缘的组合电气设备,以防止工作绝缘损坏后在易接近部分出现危险的对地电压。

③ 不导电环境。这种措施是为防止工作绝缘损坏时人体同时触及不同电位的两点而导致触电。

④ 等电位环境。是将所有容易同时接近的裸导体(包括设备外的裸导体)互相连接起来等化其间电位,防止接触电压。等电位范围不应小于可能触及带电体的范围。

⑤ 电气隔离。这种措施是采用隔离变压器(或有隔离能力的发电机)实现电气隔离的,以防止裸导体故障带电时造成电击。被隔离回路的电压不应超过 500V,其带电部分不能与其他电气回路或大地相连,以保持隔离要求。

2. 移动式电器的安全措施

(1) 实行接零(地)

这是对移动式电器的主要安全措施之一。移动式电器要采用带有接零(地)芯线的橡胶套软线做电源线;其专用芯线(指绿/黄双色线)用作接零(地)线,且截面积不得小于 1mm^2 (GB 3787—83 国标规定,任何情况下均以绿/黄双色相间的芯线作为保护接地线或接零线;对原以黑色芯线作为保护接地或接零线的软电缆或软线应予以逐步调换)。

(2) 采用安全电压

在特别危险场合可采用安全电压的单相移动式设备,安全电压也应由双线圈隔离变压器供电。由于该设备不够经济,这种办法只在某些指定场合应用。

(3) 采用隔离变压器

在接地电网中可装设一台隔离变压器给单相设备供电,其次级应与大地保持良好绝缘。此时,由于单相设备转变为在不接地电网中运行,从而可以避免触电危险。

(4) 采用双重绝缘的单相设备

带有双重绝缘结构的携带式电气化设备是一种新型的、安全性能较高的电气设备。其工作绝缘线主要用来保证设备的正常工作,保护绝缘是当工作绝缘损坏时用来防止触电的。

(5) 采用防护用具

即应穿戴绝缘鞋、绝缘手套,或站在绝缘板上等,使人与大地或人与单相设备外壳隔离。这虽是一项简便易行的办法,但却是实际工作中确有成效的基本安全措施。

3. 合理选择导线

合理选择导线是安全用电的必要条件。导线允许流过的电流与导线的材料及导线的横截面有关,当导线中流过的电流过大时,会引起火灾。不同场所导线的最小允许截面积如表 2-2 所示。

表 2-2 不同场所导线最小允许截面积

种类及使用场所		芯线允许最小截面		
		铜芯软线	铜 线	铝 线
照明用灯火线	民用建筑,户内	0.4	0.5	2.5
	工业建筑,户内	0.5	0.8	2.5
	户外		1.0	2.5
移动式用电设备	生活用	0.2		
	生产用	1.0		
敷设在绝缘支持件上的绝缘线,其支持点间距为	2m 以下	户内	1.0	2.5
		户外	1.5	2.5
	6m 及以下		2.5	4.0
	10m 及以下		2.5	6.0
	25m 及以下(引下线)		4.0	10
穿管线			1.0	2.5

第二节 触 电

一、电流对人体的伤害

外部的电流经过人体,造成人体器官组织损伤,严重时将引起昏迷、窒息,甚至心脏停止跳动直至死亡,称为触电。它有两种类型,即电击和电伤。电击是指电流通过人体内部,对人体内脏及神经系统造成破坏,它可以使肌肉抽搐、内部组织损伤、发热发麻、神经麻痹等,直至死亡,通常说的触电就是电击。触电死亡大部分由电击造成。电伤是指电流通过人体外部表皮造成局部伤害。在触电事故中,电击和电伤常会同时发生。触电的伤害程度与通过人体电流的大小、流过的途径、持续的时间、电流的种类、交流电的频率及人体的健康状况等因素有关,其中以通过人体电流的大小对触电者的伤害程度起决定性作用。人体对触电电流的反应,见表 2-3。由于触电时对人的危害性极大,为了保障人的生命安全,使触电者能够自行脱离电源,因此各国都规定了安全操作电压。中国规定的安全电压:对 50~500Hz 的交流电压安全额定值(有效值)为 42V、36V、24V、12V、6V 五个等级,供不同场合选用,还规定安全电压在任何情况下均不得超过 50V 有效值。当电器设备采用大于 24V 的安全电压时,必须有防止人体直接接触及带电体的保护措施。

表 2-3 电流对人体的影响

电流/mA	交 流 电 (50Hz)		直 流 电
	通 电 时 间	人 体 反 应	人 体 反 应
0~0.5	连续	无感觉	无感觉
0.5~5	连续	有麻刺、疼痛感,无痉挛	无感觉
5~10	数分钟内	痉挛、剧痛,但可摆脱电源	有针刺、压迫及灼热感
10~30	数分钟内	迅速麻痹,呼吸困难,不能自由	压痛、刺痛,灼热强烈、有抽搐
30~50	数秒至数分钟	心跳不规则,昏迷,强烈痉挛	感觉强烈,有剧痛痉挛
50~100	超过 3s	心室颤动,呼吸麻痹,心脏麻痹而停跳	剧痛,强烈痉挛,呼吸困难或麻痹