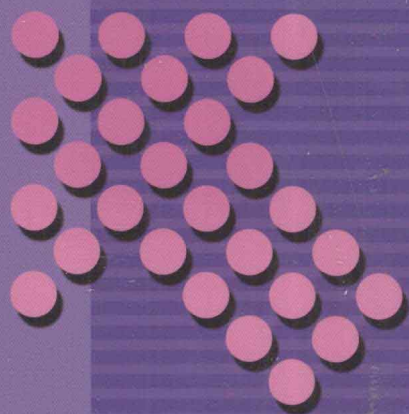
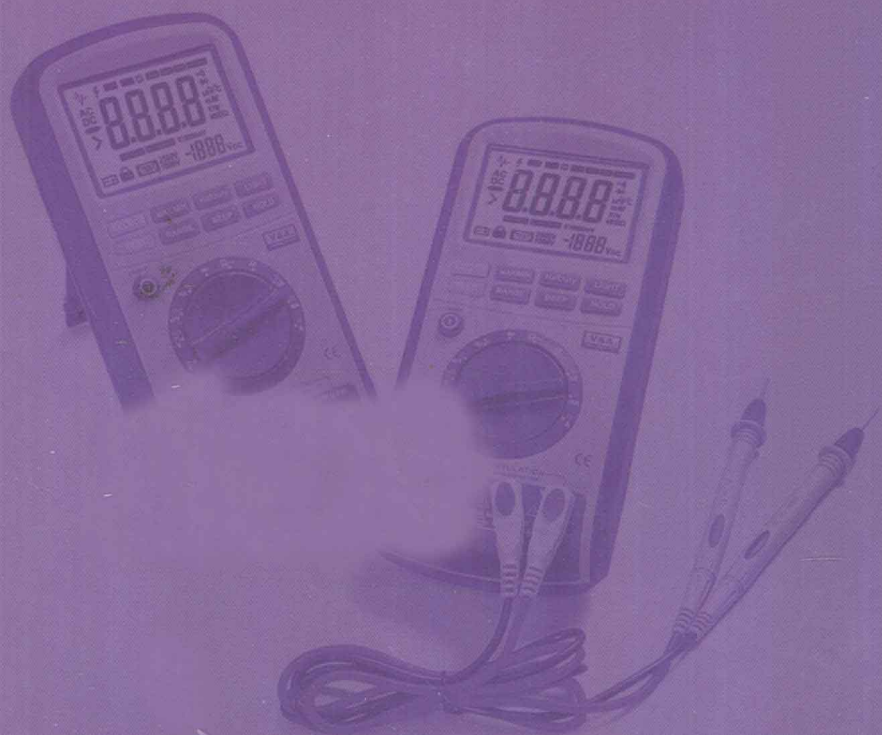


DIANGONG JINENG SHIXUN

电工技能实训

刘希村 谭 政 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

DIANGONG JINENG SHIXUN

电工技能实训

主 编 刘希村 谭 政

副主编 田宝森 周栾爱

参 编 玄春朋 王金田 郑 丽 李曰广

编 审 许金海



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书以模块化的方式,在每个模块中都给出了本模块的知识目标、能力目标以及器材准备,读者可根据这些内容对本模块将要介绍的内容有初步了解,同时在模块中安排了不同的学习任务和实训技能环节,具有技术性、实用性和可操作性强的特点。

本书内容包括常用电工工具与电工材料、室内配线及灯具安装、电缆敷设与接头、常用电工仪表、接地与接零、常用低压电器、三相异步电动机基本控制线路及故障分析、典型机床线路、数控机床电气控制、门座式起重机、三相异步电动机拆装与检修、变压器安装与检修、供配电技术、电子组装与调试,以及电气安全常识等。

本书可作为高职高专电气自动化、机电一体化、机械、船舶等专业的理论与实训教材,也可供中高级职业技能培训和从事电工电子技术的有关人员学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

电工技能实训 / 刘希村, 谭政主编. —北京: 中国电力出版社, 2010.8

ISBN 978-7-5123-0721-6

I. ①电… II. ①刘… ②谭… III. ①电工技术 IV. ①
TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 147217 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 9 月第一版 2011 年 2 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 21.25 印张 493 千字

印数 3001—5000 册 定价 38.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究

前言

多年来,人们苦苦寻求学生迅速成才之路,不知是老师努力不够,还是学生缺乏动力、兴趣,效果总不太令人满意。向传统的教学理念挑战,向传统的教学方法挑战,我们试着从本书开始。

本书内容主要包括电工工具、电工材料、电工仪表、室内配线、电气控制、普通机床、数控机床、港口门机、电机检修、变压器安装、供配电知识、电子安装等。其内容以模块形式编写,各模块既相互独立,又相互联系,各专业根据需要可灵活选择,优化组合。

本书根据专业培养目标和职业技能标准,遵循“听”、“看”、“写”、“思”、“动”的教学规律,使知识与能力、训练与考核相结合,精讲精练,重点放在工艺技能训练上,注重培养学生独立操作和分析解决问题的能力。教学可采用模块教学法:即讲解与演示——操作与指导——考核与总结。也可采用项目教学法:每个模块可分成一个或几个教学项目,根据项目要求先让学生看书自学,设计完成教学项目的方案,在老师的指导下实施项目操作,根据操作情况进行总结考核。还可根据各院校实际情况,实行现场教学,把宿舍、教室、实验室、实训车间、校园供电系统等的电气设备作为学习培训的目标,让学生从身边的电气知识学起,教学方法可千变万化。

本书分十五个模块,绪论及模块一、二、三、五、十五由许金海编写,模块四由玄春朋编写,模块六、八由刘希村编写,模块七由郑丽编写,模块九、十三由田宝森编写,模块十由王金田编写,模块十一、十二由周栾爱编写,模块十四及题库由谭政编写,全文由刘希村、许金海统稿。

本书得到青岛港集团、海尔集团、海信集团等单位工程技术人员的指导,在此表示感谢。由于编者水平有限,书中错误和疏漏之处敬请读者批评指正。

作者

2010年7月

目 录

前言	
绪论	1
模块一 常用电工工具与电工材料	4
分块一 常用电工工具	4
分块二 常用导电材料	12
分块三 常用绝缘材料	15
模块二 室内配线及灯具安装	18
分块一 室内配线方式及技术要求	18
分块二 导线的剥切、连接、挂锡、包扎	23
分块三 瓷瓶的绑扎	27
分块四 灯具安装	30
分块五 电表箱、配电箱（配电柜）的安装	34
模块三 电缆敷设与接头	39
分块一 电缆敷设	39
分块二 电缆接头	42
分块三 电缆线路故障点的测定	46
模块四 常用电工仪表	50
分块一 万用表的使用	50
分块二 兆欧表的使用	54
分块三 钳表的使用	56
分块四 电桥的使用	57
分块五 示波器的使用	60
模块五 接地与接零	66
分块一 接地与接零的基本概念	66
分块二 接地装置与接地电阻的测量	70
模块六 常用低压电器	75
分块一 低压电器概述	75
分块二 低压隔离器	78
分块三 接触器	85
分块四 继电器	90
分块五 主令电器	102
分块六 其他电器	107

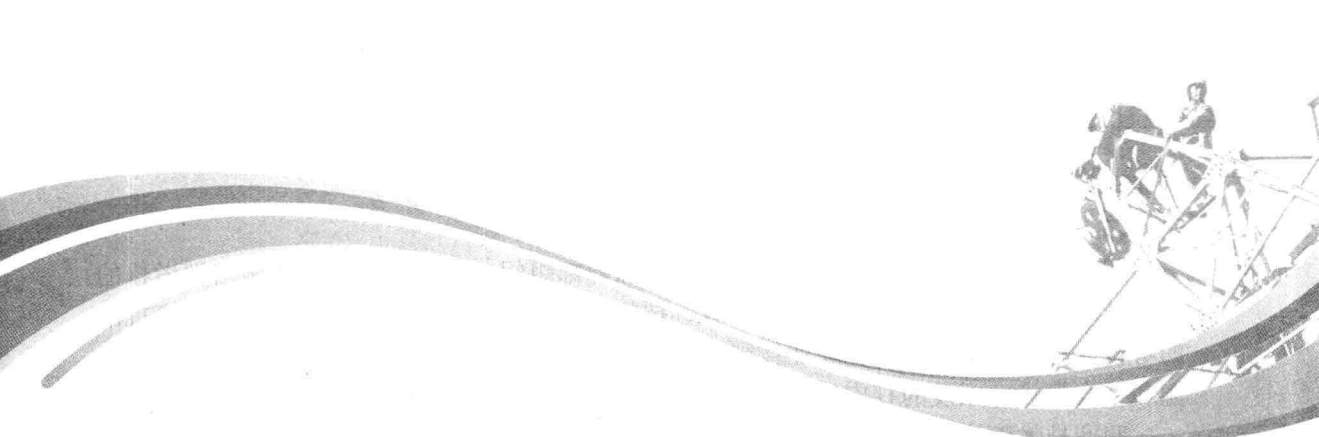
实训一 低压电器的认知、整定、检测、拆装与修理	111
模块七 三相异步电动机基本控制线路及故障分析	113
分块一 三相异步电动机直接启动控制	113
分块二 三相异步电动机降压启动及制动控制	117
实训二 中级维修电工配线	121
模块八 典型机床线路	129
分块一 机床电气控制线路的分析方法	129
分块二 普通车床电气控制线路	130
分块三 摇臂钻床电气控制线路	134
分块四 万能铣床电气控制线路	139
实训三 典型机床线路故障排查	147
模块九 数控机床电气控制	149
分块一 数控机床基本知识	149
分块二 TK1640 数控机床电气控制电路及故障分析	159
模块十 门座式起重机	163
分块一 M10-30 电阻调速式门机电控系统	164
分块二 MQ25-33 变频调速式门机电控系统	171
模块十一 三相异步电动机拆装与检修	189
分块一 电动机的拆卸	189
分块二 定子绕组嵌线	191
分块三 电动机的装配	199
模块十二 变压器安装与检修	204
分块一 变压器的安装	204
分块二 变压器的吊心和检修	208
分块三 变压器的并联运行和连接组别	211
模块十三 供配电技术	214
分块一 供配电知识	214
分块二 高压电器	215
分块三 电力负荷计算	220
分块四 变电所维护与设备检测	223
模块十四 电子组装与调试	226
分块一 收音机的基本工作原理及元件判断选择	226
分块二 焊接工艺及训练	233
实训四 S66D 六管超外差式收音机的组装与调试	237
模块十五 电气安全常识	245
附录 A 维修电工中级理论知识题库	248
附录 B 电工作业人员培训题库	276

附录 C 维修电工中级理论试题.....315

附录 D 维修电工中级操作技能试题.....323

附录 E 维修电工中级操作技能考核评分记录表.....326

附录 F 常用电气设备分类及图形符号、文字符号.....329



绪 论

当今,社会的进步、科技的发展日新月异。随着信息技术、电子技术、自动控制技术的发展,各行各业机械化、自动化水平越来越高,对这些设备的安装与调试,使用与维护,需要一大批既懂“机”又懂“电”,“强”、“弱”电结合,具有较高综合素质和较强动手能力的中、高级应用型技术人才。本书正是为满足这一需要而编写的。

一、电工技能实训课程的内容及能力要求

1. 内容

- (1) 电工工具正确使用与保养,电工材料的规格型号及选用。
- (2) 室内配线,灯具及配电箱(柜)安装。
- (3) 电缆敷设及接头制作工艺。
- (4) 电工仪表的正确使用。
- (5) 电气接地与接零技术。
- (6) 低压电器的安装与维修。
- (7) 电动机基本控制线路。
- (8) 典型机床控制线路及故障分析。
- (9) 数控机床电气控制。
- (10) 港口门机电气线路分析。
- (11) 电动机拆装与检修。
- (12) 变压器安装与检修。
- (13) 供配电技术。
- (14) 电子线路及焊接。

2. 能力要求

- (1) 熟练使用电工工具、电工仪器仪表,正确选择电工材料的能力。
- (2) 能分析看懂电工电子线路图的能力。
- (3) 有设备安装调试、运行检修的能力。
- (4) 有对电动机、变压器安装检修的能力。
- (5) 有对机械电气故障分析排除的能力。
- (6) 有正确处理电气设备安全事故和触电急救的能力。

一句话,职业技术学院的毕业生要达到国家规定的中、高级职业技术能力水平,电工

还要取得上岗资格证书。

二、职业技能等级证书和电工作业资格证书

职业技能等级证书，由国家劳动和社会保障部组织，各省市或行业实施培训考核的职业技能等级证书分初级、中级、高级、技师和高级技师五个级别。并由经过政府批准的考核、鉴定机构负责实施职业技能的鉴定，考核合格者可获得中华人民共和国人力资源和社会保障部颁发的相应级别的职业技能证书。

职业技术学院中、高级维修电工理论考试内容包括电工电子、电气控制、电力拖动、电动机变压器结构原理、安装检修、电工工艺、PLC 技术、变频器自动控制等知识，考试时间为 90 分钟。实际操作考试主要有电气配线、电气测量、电动机拆装与检修、机床线路故障排除、电子线路安装制作等，实际操作考试时间约 4 个小时，两门各得 60 分以上为合格，80 分以上为良好。

电工作业资格证书是国家经贸委发布的《特种作业人员安全技术考核管理办法》，在全国推广使用的具有防伪功能的 IC 卡《中华人民共和国特种作业操作证》，是广大电气从业人员必须取得的“上岗证书”，是由省市技术监督部门组织考核发证。主要考试内容有：电工安全操作知识、电气应知应会知识，该证每两年复审考核一次，通过考核培养了广大电气从业人员的安全意识、防范意识，提高了操作水平，保证安全生产，更好的为企业和社会服务。

三、电工技能实训的基本要求

电工工艺主要讲的是电工安装工艺、电工检修工艺，是操作技术的规范和标准。目前一些电气设备生产企业为了提高自身产品的市场竞争力，不断研发和提高产品质量品质，把生产的设备称作“电气工艺品”，这样对电工工艺的要求标准越来越高，同样对电气作业人员技术水平要求也越来越严格。为此，职业技术学院电气、机电等专业开设电工工艺及实训课程是十分必要的。电工技能实训主要在校内实训中心、专业教室或实验室，校内校外实训基地、实习工厂及在电气安装现场进行。为了保证实训的安全正常进行，完成实训目标，在实训过程中应做到以下几点：

(1) 认真听。实训教学一般是先讲后练，老师讲解的主要是实训的关键和要点，还有实际工作经验及注意事项，只有听明白了，干起来才能更顺手。

(2) 仔细看。一看老师操作示范，老师示范一般要演示几次，一次没看清也不要着急，必要时可以请老师单独示范。二看老师板书，板书内容大多是老师的操作要领，或书本知识的概括总结，不仅要看明白，最好记在笔记本上。

(3) 做好笔记。俗话说，“好脑瓜不如烂笔头”，记好笔记便于复习记忆，是巩固提高重要的方法。

(4) 反复思考。孔子说：“学而不思则罔”，“听”、“看”、“写”后还要经过大脑的反复思考，将相关内容的互相关系搞明白，以避免误解和蒙蔽。

(5) 勇于动手。动手操作是进一步巩固理论知识，掌握技术技能的重要途径，只有勇于动手，乐于动手，才能把书本的、他人的知识变成自己的财富，立足的本领。

(6) 操作有序。实训时每位学员首先要把自己的工具、器材摆放整齐，其次把拆卸的工件按先后摆放有序，这样做有利于培养严谨的工作作风，良好的操作习惯。

(7) 严肃守纪。动手操作特别是与“电”打交道是一个严肃的事情，不得马虎儿戏，



要严格按照电气操作的工艺要求仔细作业，反复实践。实训现场不得随意离岗、串岗、喧哗、嬉戏。

(8) 珍爱器材。电工实训的设备器材比较贵重，珍爱设备器材，爱护仪表工具，节约电线电料，这是我们民族的美德，也是学员应具备的素质。

(9) 注重安全。安全是两方面的，一是人身安全，二是设备安全，只有注重安全，树立安全意识防患于未然，才能保证实训顺利进行。

(10) 工完场净。操作完毕，细心收拾清点工具材料，不要乱堆乱放，搞好设备及环境的清洁卫生，以保证设备的完好率、利用率。

常用电工工具与电工材料

有人说电工是“玩钳子”的，能否熟练地玩好电工工具反映出电工技术水平的高低。也有人说电工是“玩电线”的，电工材料主要有两大类：一是导电材料，二是绝缘材料。了解这两类材料的种类、规格、型号及正确选择使用是电工的基本能力。

知识目标：了解电工工具的种类及使用；了解导电材料的种类及选择；了解绝缘材料的种类及作用。

能力目标：掌握电工工具的正确使用和保养方法；掌握电动工具的正确使用和保养方法。

器材准备：常用电工工具、电工材料。

分块一 常用电工工具

古人云：“工欲善其事，必先利其器”，是讲工具的重要性，电工操作离不开工具，工具质量不好或使用方法不当，会直接影响操作质量和工作效率，甚至会造成生产事故。正确的使用和保养好工具对提高工作效率和安全生产具有重要意义。

一、常用工具

（一）验电器

验电器又叫电压指示器，是用来检查导线和电器设备是否有电的工具，分为高压验电器和低压验电器两种。

1. 低压验电器

低压验电器又称电笔，有螺丝刀式〔见图 1-1 (a)〕和钢笔式〔见图 1-1 (b)〕，它们由氖管、电阻、弹簧和笔身等组成。

使用方法如下：

- (1) 手触及尾部金属部分（笔挂或螺帽）形成感应的通电回路；
- (2) 使用时注意避光，以防误判；
- (3) 被测带电体相间、相地之间距离较小时要注意短路与接地。

测电笔检测电压范围为 60~500V。氖光管两极发光是交流电，一极发光是直流电，发光极为负极，握法如图 1-2 所示。

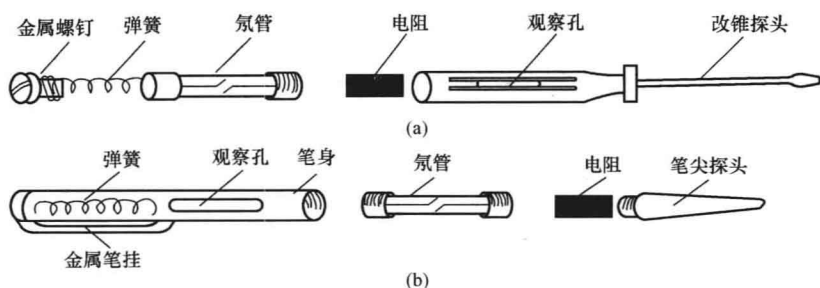


图 1-1 低压验电器
(a) 螺丝刀式；(b) 钢笔式

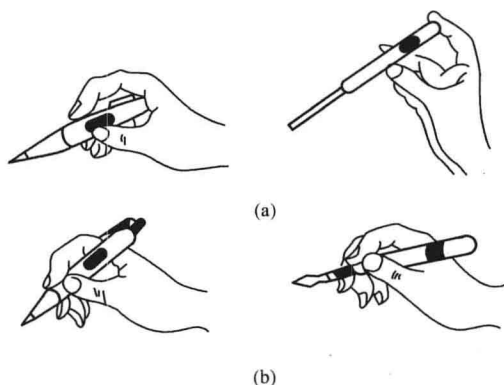


图 1-2 低压验电器握法
(a) 正确握法；(b) 错误握法

2. 高压验电器

高压验电器用于测量 1000V 以上电压的器具，结构如图 1-3 所示。

使用高压验电器时，必须带绝缘手套，手握部分不得超过保护环，人体与带电体要保持一定的安全距离（当带电体电压为 10kV 时，安全距离应在 0.7m 以上）。在木质电杆或扶梯上测试时，要装接地线。新式的验电器具有发光、发声和转轮三种显示功能，以防误判。

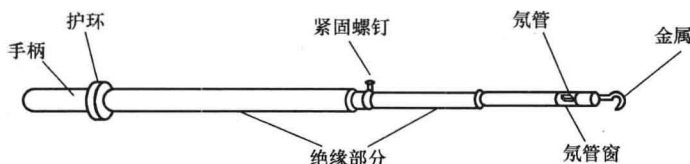


图 1-3 高压验电器

(二) 螺丝刀

螺丝刀（见图 1-4）又叫改锥或起子，是用来紧固或拆卸螺钉的工具，一般分为“一”字形和“十”字形两种。

“一”字形螺丝刀的规格用金属部分的长度标示，常用的有 100、150、200、300mm 和 400mm 5 种。

“十”字形螺丝刀，以前分为 I、II、III、IV 号，现在也按上面 5 种形式划分。

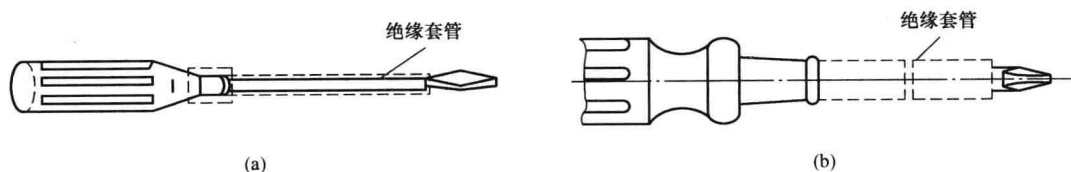


图 1-4 螺丝刀

(a) “一”字形螺丝刀；(b) “十”字形螺丝刀

还有一种组合式螺丝刀，可作螺丝刀使用，换头后也可以做锥、钻使用。使用螺丝刀时，要选用合适的规格，大或小都易损坏电器元件，螺丝刀木柄不可锤击，以防裂损。“一”字刀头弯曲或断裂后可在砂轮上磨平再用。

(三) 钢丝钳

钢丝钳是一种夹持或紧固金属件或切断金属丝的工具。柄部套有绝缘套管（耐压 500V）。其规格用其全长的毫米数表示，常用的有 150、175、200mm 三种。其构造及应用如图 1-5 所示。钳口用来弯绞或钳夹导线，齿口用来紧固或松动螺母，刀口用来剪切导线或剖削导线绝缘层。使用钢丝钳之前，须查看其柄部绝缘套管是否完好，以防触电。钢丝钳一般不要当榔头使用，以免钳轴弯曲使用不灵活，若钳子生锈可点几滴机油反复活动手柄使其活络。

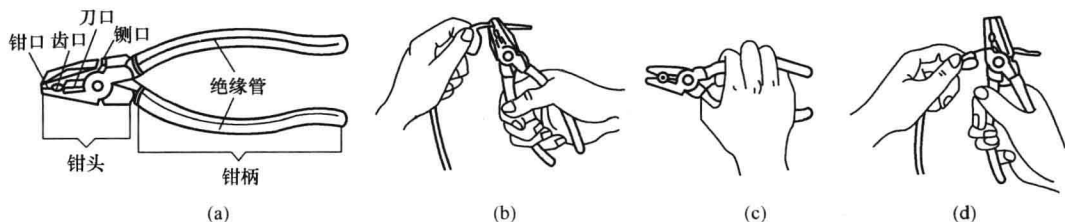


图 1-5 钢丝钳的构造及应用

(a) 构造；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线

(四) 尖嘴钳及断线钳

尖嘴钳 [见图 1-6 (a)] 的头部“尖细”，适用于在狭小的工作空间操作，夹持较小的螺钉、垫圈、导线及电器元件。在安装配线时，能将单股导线弯成眼圈（线鼻子）。尖嘴钳的规格以其全长的毫米数表示，有 130、160、180mm 等几种。柄部套有绝缘管，耐压 500V。

断线钳 [见图 1-6 (b)] 的头部“扁斜”，因此又叫斜口钳、扁嘴钳，是专供剪断线材及导线、电缆等用的。它的柄部有铁柄、管柄、绝缘柄，绝缘柄耐压为 500~1000V。

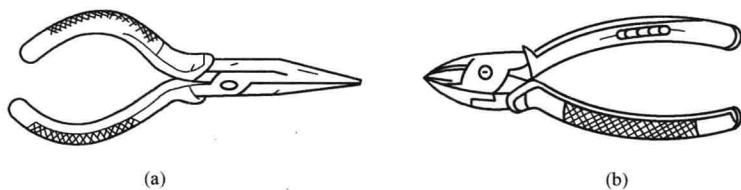


图 1-6 尖嘴钳和断线钳

(a) 尖嘴钳；(b) 断线钳



(五) 剥线钳

剥线钳(见图 1-7)是用来剥落小直径导线绝缘层的专用工具。它的钳口部分设有几个咬口,用以剥落不同线径的导线绝缘层。其柄部是绝缘的,耐压为 500V。

(六) 电工刀

电工刀(见图 1-8)是用来剖切导线、电缆的绝缘层,削制木器的专用工具。使用前应先开刃(磨刀),用粗细两面的磨石,先粗磨后细磨,刀口正反两面磨,将刀刃磨成一条均匀的黑线。电工刀磨好后不可随意对人比划,以免伤人。使用时,电工刀的刀口应朝外剖削,以免伤手。剖削导线绝缘层时,刀面与导线成 30° 角倾斜切入,以免割伤导线。

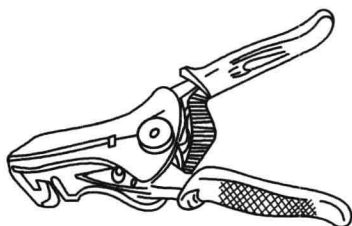


图 1-7 剥线钳

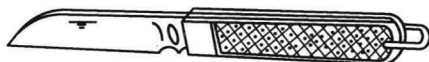


图 1-8 电工刀

(七) 活扳手

活扳手(见图 1-9)是用于紧固和松动螺母的一种专用工具,主要由活扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮、轴销等构成,其规格以长度(mm)×最大开口宽度(mm)表示,常用的有 150×19 (6in)、 200×24 (8in)、 250×30 (10in)、 300×36 (12in) 等几种。使用时,按图 1-9 (b) 所示方向施力(不可反用,以免损坏活扳唇)。扳动较小螺母时的握法如图 1-9 (c) 所示。扳手不能当榔头使用以免损弯轴销,使用不便。

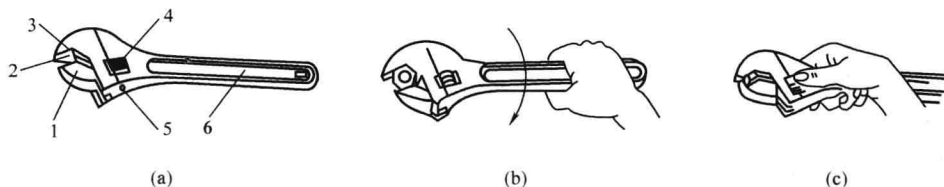


图 1-9 活扳手的结构及其使用

(a) 活扳手的结构; (b) 施力方向; (c) 扳动小螺母时的握法

1—活动扳唇; 2—扳口; 3—呆扳唇; 4—蜗轮; 5—轴销; 6—手柄

(八) 绳扣

麻绳是用来捆绑、拉紧、提吊物体的。常用的麻绳有亚麻绳和棕麻绳两种,质量以白棕绳为佳。钢丝绳广泛用于各种起重提升和牵引设备中,是由单根钢丝拧成小股,再将小股拧在一起而成的。

常用的几种绳扣,如图 1-10 所示。

(1) 直扣: 用于加长麻绳。

(2) 猪蹄扣: 在抱杆顶部等处绑绳时使用,也可在打包装时挂钩使用。

- (3) 抬扣：用于抬起重物，调整和解扣都比较方便。
- (4) 背扣：在杆上作业时，上下传递工具和材料。
- (5) 倒背扣：用于吊起、拖拉较长的物体，可防物体转动。
- (6) 钢丝绳扣：用于拖挂或起吊重物。

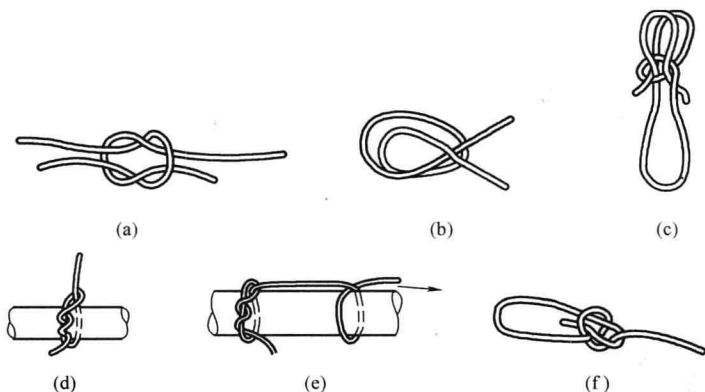


图 1-10 绳扣

(a) 直扣；(b) 猪蹄扣；(c) 抬扣；(d) 背扣；(e) 倒背扣；(f) 钢丝绳扣

二、绝缘工具

(一) 绝缘棒

绝缘棒是一种电工安全操作用具，是用来闭合或断开高压油开关、跌落式刀开关、跌落保险的。它由工作部分、绝缘部分和手柄部分组成，如图 1-11 所示，是由浸渍过绝缘漆的木材、硬塑料、玻璃钢等性能好的材料制成的。一般有 10kV 和 35kV 之分。使用前应确定绝缘棒是否符合额定电压，是否在有效期内，有无损伤。操作时要戴绝缘手套穿绝缘靴等。

(二) 绝缘夹钳

绝缘夹钳是一种安全操作用具，主要用于拆除熔断器等。绝缘夹钳由钳口、钳身、钳把组成，如图 1-12 所示，所用材料多为硬塑料或胶木。钳身、钳把由护环隔开，以限定手握部位，使用前，对绝缘夹钳应进行安全检查。使用时应配合辅助安全用具。

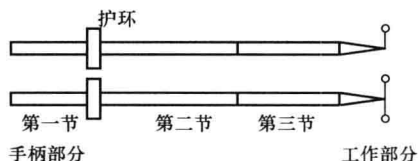


图 1-11 绝缘棒

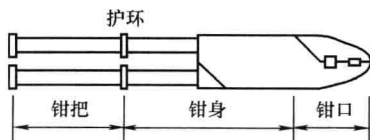


图 1-12 绝缘夹钳

(三) 绝缘手套

绝缘手套，可使人的两手与带电体绝缘，是避免触电的安全防护用具。采用绝缘性能好的橡胶或乳胶制成，规格有 5kV 和 12kV 两种。5kV 绝缘手套在电压 1kV 以下作业，用作辅助安全用具；在 250V 以下作业时可作为基本安全用具。12kV 绝缘手套在 1kV 以



上作业时只能用作辅助安全防护用具；在 1kV 以下作业时可用作基本安全用具，如图 1-13 所示。

(四) 绝缘靴（鞋）

绝缘靴（鞋）的作用是使人体与地面绝缘，是一种辅助安全用具。其规格有 20kV 绝缘短靴、6kV 矿用长筒靴和 5kV 绝缘鞋。20kV 绝缘靴在 1~20kV 高压区内可用作辅助安全用具。6kV 长筒靴适用于井下潮湿地带作业，在操作 380V 以下的电压电器设备时可作为辅助安全用具。5kV 绝缘鞋也称电工鞋，在 1kV 以下作为辅助安全用具，1kV 以上禁止使用，如图 1-14 所示。

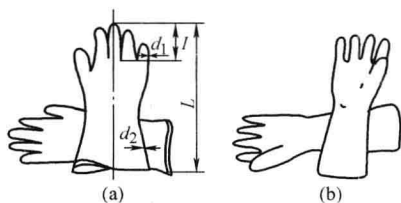


图 1-13 绝缘手套

(a) 橡胶绝缘手套；(b) 乳胶绝缘手套

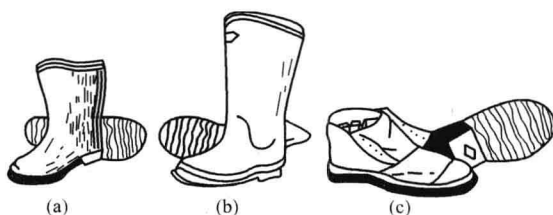


图 1-14 绝缘靴（鞋）

(a) 20kV 绝缘靴；(b) 6kV 矿用长筒靴；(c) 5kV 绝缘鞋

三、安装工具

(一) 导线压接钳

导线压接钳简称压线钳，是连接导线时将导线与连接管压接或导线与接线端子（线鼻子）压接在一起的专用工具，能较大的提高工作效率，分为手压钳和油压钳两类，如图 1-15 所示。

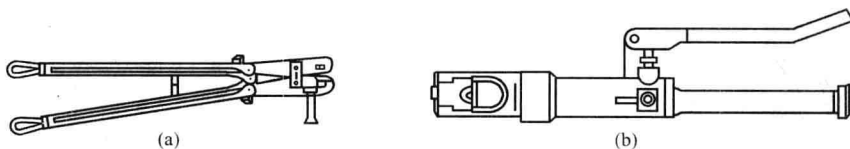


图 1-15 压接钳

(a) 手压钳；(b) 油压钳

(二) 紧线器

紧线器是用来收紧架空导线的专用工具，由夹线钳、滑轮、收线器、摇柄等组成，分为平口式和虎口式两种，如图 1-16 所示。紧线钳用来夹紧导线，滑轮上固定有细钢丝绳或 8 号铁线，绳或线的另一端固定在横担上，用手柄转动滑轮使绳、线缠在滑轮上，导线随之被收紧。

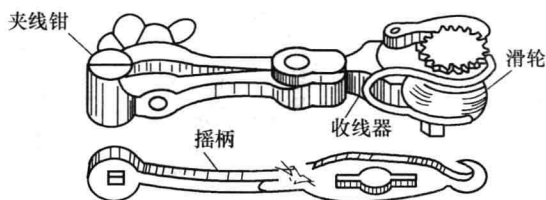


图 1-16 “虎口式”紧线器

(三) 弯管器

弯管器是弯曲线管用的专用工具，由铁管手柄和铁弯头组成，其外形和使用方法如图 1-17 所示。这种弯管器一般由电工自己

设计焊接制作。



图 1-17 弯管器

(四) 安全带

安全带(见图 1-18)是腰带、保险绳和腰绳的总称,是用来防止安装施工人员发生空中坠落事故的。腰带系在腰部以下、臂部以上的部位。保险绳一端与腰带紧固连接,另一端用保险挂钩系在横担、抱箍上。也可以将腰绳两端固定腰带上,中间套挂在杆子或横担上。

(五) 踏板和脚扣

(1) 踏板。踏板又叫登高板,用于攀登电杆,由板、绳、钩组成,如图 1-19 所示。板由坚韧的木材制成,一般为 $630\text{mm} \times 75\text{mm} \times 25\text{mm}$ 。绳索是直径为 16mm 、长为 $2.6 \sim 4\text{m}$ 的白棕绳或尼龙绳。使用时要检查是否完好无损,挂钩时必须正挂(钩口向上、向外),以免脱钩。

(2) 脚扣。脚扣也是用来攀登电杆的工具,主要由弧形扣环、脚套组成,分为木杆脚扣和水泥杆脚扣两种,如图 1-20 所示。使用脚扣登杆时,要首先检查脚扣有无损坏,型号是否适合,使用时要平着挂(套挂)、斜着蹬。

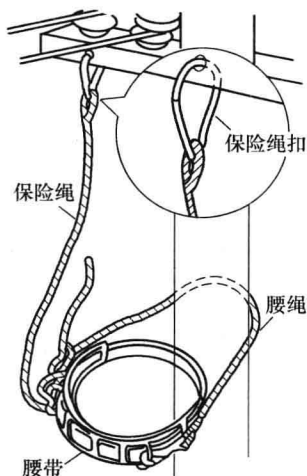


图 1-18 安全带



图 1-19 踏板

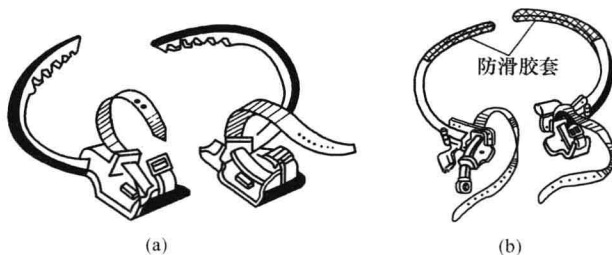


图 1-20 脚扣

(a) 木杆脚扣; (b) 水泥杆脚扣