

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

电工实用技能

DIANGONG SHIYONG JINENG

王建 张凯 主编

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材

电工实用技能

王 建 张 凯 主编



机械工业出版社

本书根据中等职业学校电气控制与维修专业理论实践一体化课程教学大纲, 参照国家职业标准编写。主要内容包括: 电工基本操作、照明装置、接地装置、架空线路、电缆线路、配电装置等。每一章后面都配有相应的技能训练和复习思考题供教学使用, 充分体现理论与实践有机结合的教学模式; 通过联系生产实际, 突出操作技能, 重视学生动手能力的培养。

另外, 本书配有教学电子课件, 包括教案、复习思考题答案、期中与期末模拟试题等。读者可以从机械工业出版社网站下载 (网址为: <http://www.cmpbook.com>)。

本书既可作为中等职业学校电气控制与维修专业教材, 也可作为成人高校或职业技术学院相关专业的教材, 还可供有关专业技术人员参考和使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

电工实用技能/王建, 张凯主编. —北京: 机械工业出版社, 2007. 6

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化教材
ISBN 978 - 7 - 111 - 21484 - 7

I. 电… II. ①王…②张… III. 电工技术 - 专业学校 - 教材 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 067890 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 朱 华 张双国

责任编辑: 王振国 版式设计: 霍永明 责任校对: 张莉娟

封面设计: 马精明 责任印制: 洪汉军

北京京丰印刷厂印刷

2007 年 7 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm × 260mm · 14 印张 · 331 千字

0 001—4 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 21484 - 7

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化 教材编审委员会

主任委员：王 建

副主任委员：赵承荻 李 伟

委 员：（排名不分先后）

陈惠群 施利春 郭瑞红 郭 贇 陈秀梅

吕书勇 陈应华 徐 彤 荆宏智 朱 华

张 凯 刘 勇 赵金周 张 明 李宏民

本书主编：王 建 张 凯

副 主 编：李宏民 张 宏 胡建平

参编人员：郭瑞红 梁先霞 孙 凯

王 磊 李 珊 李金枝

本书主审：刘金玉

参 审：郭克亮 张新勇

序

进入 21 世纪,我国逐渐成为“世界制造中心”,制造业赖以生存与发展的主力军是技能型人才队伍。而制造业向消费市场提供的机床、机械装备、电气设备及各种含有电力拖动与电气控制的产品中,电气系统都占有很大的分量并起着关键作用。要想完成装备中电气系统的研发、试制、安装、维修、操作及使用,就必须有大量的电工类专业技能人才参与。鉴于我国制造业及其他工业企业的人才结构状况,维修电工、机电一体化以及电子技术专业技能人才严重缺乏,尤其是经过培训并获得职业技能资格证书的高技能人才更为奇缺,这种格局已成为制约我国工业经济快速发展的瓶颈。因此,国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国加快培养高技能人才座谈会”,明确提出在“十一五”期间培养技师和高级技师 190 万人,培养高级工 800 万人,使我国高技能人才总量达到 2800 万人的宏伟目标。

众所周知,高职院校、技师学院、中职学校是培养和造就中高级技能人才的主要阵地,而教材则是使这些学校向学生传授知识与技能的主要工具之一,也是人们接受终身教育和职场发展的学习工具,编写一套既能适应时代要求,又能有效地提高人才培养效果的好教材,就等于为推进技能人才培养提供了成才就业的金钥匙。

随着现代科学技术的不断发展,在电气技术方面电子元器件及变换技术的产生,电动机由直流发电机—电动机调速向各类交流调速方向快速发展;电气控制方面由接触器控制系统向可编程序控制器(PLC)系统发展;机床电气控制也由接触器控制系统向数控机床系统、计算机数控(CNC)机床快速转化。各类职业技术学院针对现代工业企业对技能人才具有极大需求的特点,大胆提出了“知识宽广够用,重在应用技能为本”的人才培养理念;又根据电气技术不断发展,人才培养理念创新和企业人才需求“特点”的时代要求,将原来的专业理论课与技能训练课分别开设的教学内容及教学模式,逐步调整为专业理论与技能训练一体化的教学内容和教学模式。因此,我们组织了长期工作在教学第一线的专家和有丰富的教学经验的教师编写了这套适合中、高级技能人才培养的电气安装与维修专业的理论与实践一体化教材。

这套教材在编写原则上,着重强调了理论与实训一体化的知识内容同步、训练同步的模式。教材内容以文字、数据、图、表格相结合的方式展示给学生,以此提高学生的学习兴趣 and 认知的亲和力。而且,还参照相关国家职业标准规定的知识层次,但在内容上又不完全拘泥于标准,以此照顾到初级、中级技能人才接受知识和技能培训的需要,为各类技能人才培养搭建一个阶梯型架构。同时,也为满足培训、考工和读者自学的需要提供教材的配套。最后,在教材编写过程中尽可能多地充实新知识、新技术、新工艺、新内容,力求增强技术知识的领先性和实用性,重在教会接受培训的人员掌握一些新知识与新技能。本套教材主要作为中等职业学校的教材,也可作为技师学院,高职学校选用参考。

在本套教材的编写过程中,得到了许多学校领导、专家、老师的指导及帮助,在此谨向

他们表示衷心的感谢。

由于我们的水平和编写时间有限，教材中难免存在错误和不足之处，诚请从事职业教育的专家、老师和广大读者批评指正。

中等职业学校电气安装维修理论与实践一体化
教材编审委员会

目 录

序

第一章 电工基本操作	1
第一节 电工安全知识	1
一、电工基本安全知识	1
二、安全用电、文明生产和消防知识	2
三、触电急救知识	3
技能训练1 触电急救的操作	7
第二节 电工常用工具的使用	7
技能训练2 常用电工工具的使用	14
第三节 导线的连接与绝缘恢复	15
一、导线绝缘层的剖削	15
二、铜芯导线的连接	17
三、铝芯导线的连接	20
四、线头与接线桩的连接	21
五、导线绝缘层的恢复	22
技能训练3 导线的连接与绝缘层的恢复	23
第四节 常见电工材料及其选用	24
一、绝缘材料	24
二、导电材料	27
三、电热材料	29
四、电磁材料	29
五、电阻合金	30
六、电工导电材料的选用原则和方法	31
技能训练4 电工材料的选用	32
第五节 登高技能	33
一、梯子登高	33
二、踏板登杆	34
三、脚扣登杆	37
四、腰带、保险绳和腰绳的使用	38
技能训练5 脚扣、踏板登高练习	38
第六节 三相异步电动机的使用	39
一、电动机的安装	39
二、电动机的运行与维护	44
三、三相异步电动机的拆装	44

技能训练6 三相异步电动机的安装、接线与试验	49
技能训练7 三相异步电动机的拆装	49
本章小结	52
复习思考题	53

第二章 照明装置

	54
--	----

第一节 照明装置的基本概念

	54
--	----

一、概述

	54
--	----

二、电光源的选择

	55
--	----

第二节 常用照明装置的安装与维修

	56
--	----

一、照明灯具安装的基本原则

	56
--	----

二、白炽灯

	57
--	----

三、荧光灯

	63
--	----

四、其他电光源

	69
--	----

技能训练8 荧光灯线路的安装

	75
--	----

技能训练9 荧光灯线路的检修

	76
--	----

第三节 室内线路的安装与维护

	76
--	----

一、瓷绝缘子配线的安装与维护

	76
--	----

二、护套线配线的安装与维护

	79
--	----

三、槽板配线的安装与维护

	82
--	----

四、管线配线的安装与维护

	84
--	----

五、照明线路的检验与验收

	91
--	----

技能训练10 绝缘子始终端绑扎和直线绑扎

	92
--	----

技能训练11 塑料护套线配线

	92
--	----

技能训练12 塑料槽板配线

	93
--	----

技能训练13 管线配线

	93
--	----

本章小结

	95
--	----

复习思考题

	96
--	----

第三章 接地装置

	97
--	----

第一节 接地的分类

	97
--	----

一、接地的概念

	97
--	----

二、接地保护的形式

	98
--	----

第二节 接地装置的安装

	102
--	-----

一、接地装置的分类和技术要求

	102
--	-----

二、接地体的制作与安装

	104
--	-----

三、接地线的安装

	105
--	-----

四、接地装置的涂色

	109
--	-----

技能训练14 接地装置的制作与安装

	110
--	-----

第三节 接地电阻的测量	111
一、接地电阻表法	111
二、万用法	113
技能训练 15 接地电阻的测量	113
第四节 接地装置的验收与检修	114
一、接地装置的质量检验	114
二、接地装置的检修	114
技能训练 16 接地装置的检修	115
本章小结	117
复习思考题	118
第四章 架空线路	120
第一节 架空线路概述	120
一、架空线路的特点	120
二、架空线路的组成	120
三、架空线路的结构形式	122
第二节 架空线路的敷设	124
一、电杆的安装	124
二、导线的安装	133
技能训练 17 用叉杆竖立电杆并制作地锚式拉线	139
技能训练 18 踏板登杆安装铁横担	140
第三节 低压架空线路的质量检验与维护	140
一、架空线路的规范要求	140
二、低压架空线路的检查与维护	142
本章小结	145
复习思考题	146
第五章 电缆线路	147
第一节 电缆的连接	147
一、电缆的结构与特点	147
二、电缆中间接头的连接	149
三、电缆终端头的连接	152
技能训练 19 电缆终端头的制作	154
第二节 电缆的敷设	154
一、电缆敷设前的检查	154
二、电缆敷设的方法	155
第三节 电缆线路的验收与检修	162
一、电缆线路的验收	162
二、电缆线路运行中的检查	163
三、电缆线路的故障及处理	164

四、低压电缆终端和中间接线盒的故障与检修	168
技能训练 20 用电缆探伤仪测量电缆故障	169
本章小结	170
复习思考题	171

第六章 配电装置

172

第一节 高压熔断器

172

一、高压熔断器的选用

172

二、高压熔断器的安装

174

技能训练 21 高压熔断器的安装

175

第二节 隔离开关

176

一、隔离开关的种类与结构

176

二、高压隔离开关的安装

177

技能训练 22 高压隔离开关的安装与调试

179

第三节 负荷开关

180

一、高压负荷开关的种类和结构

180

二、高压负荷开关的安装和调整

181

技能训练 23 高压负荷开关的安装与调试

183

第四节 断路器

183

一、SN10—10 型少油断路器的结构和原理

183

二、断路器的解体与组装

184

三、少油断路器的主体调整

184

四、操动机构的调整

186

五、断路器安装后的检查

188

技能训练 24 SN10—10 型少油断路器的拆卸、组装和调整

188

第五节 进户装置及量配电装置的安装

189

一、进户装置的安装

189

二、量配电装置的安装

192

技能训练 25 单相有功电能表的安装

197

第六节 成套配电装置的安装

198

一、低压配电柜的安装

198

二、高压成套开关柜的安装

199

技能训练 26 低压开关柜的安装与调整

205

本章小结

209

复习思考题

210

参考文献

211

第一章 电工基本操作

学习目标

电工是工农业生产和各个领域必不可少的技能人员，电工承担着供电线路、电力设备、生产设备的电气安装和维修以及变配电系统的值班工作等，电工需要掌握的知识和操作技能比较多，而电工基本操作是电工操作技能的基础。本章主要介绍电工安全知识、电工工具的使用、导线的连接与绝缘恢复、接地装置的安装、登高用具的使用及常用电动机的安装和维护等内容。

本章的学习目标：

1. 掌握维修电工基本安全常识。
2. 熟练掌握常用电工工具的使用技能。
3. 掌握导线连接与绝缘恢复技能。
4. 掌握常用电工仪器仪表的使用技能。
5. 熟悉接地装置的安装及维护技能。
6. 掌握登高用具的使用及登高技能。
7. 掌握常用电动机的安装和维护技能。

第一节 电工安全知识

一、电工基本安全知识

电工必须接受安全教育，在掌握基本的安全知识和工作范围内的安全技术规程后，才能进行实际操作。

1. 电工必须具备的条件

- 1) 身体健康，精神正常。凡患有高血压、心脏病、气喘病、神经系统疾病、色盲疾病，或者听力障碍、四肢功能有严重障碍的，不得从事电工工作。
- 2) 获得维修电工国家职业资格证书，并持电工操作证。
- 3) 掌握触电急救方法。

2. 电工人身安全知识

- 1) 在进行电气设备安装和维修操作时，必须严格遵守各种安全操作规程，不得玩忽职守。

2) 操作时要严格遵守停送电操作规定,要切实做好防止突然送电时的各项安全措施,如挂上“有人工作,禁止合闸”的标示牌,锁上刀开关或取下电源熔断器等。不准约时送电。

3) 在附近带电部分操作时,要保证有可靠的安全间距。

4) 操作前应仔细检查操作工具的绝缘性能是否良好,绝缘鞋、绝缘手套等安全用具的绝缘性能是否良好,有问题的应及时更换,并应立即进行检查。

5) 登高工具必须安全可靠,未经登高训练的人员,不准进行登高作业。

6) 如发现有人触电,要立即采取正确的急救措施。

二、安全用电、文明生产和消防知识

1. 安全用电知识

安全用电知识的主要内容有:

1) 严禁用一线(相线)一地(大地)连接用电器具。

2) 在一个电源插座上不允许引接过多或功率过大的用电器具和设备。

3) 未掌握有关电气设备和电气线路知识及技术的人员,不可安装和拆卸电气设备及其线路。

4) 严禁用金属丝(如铝丝)绑扎电源线。

5) 不可用潮湿的手去接触开关、插座及具有金属外壳的电气设备,不可用湿布去揩抹带电电器。

6) 堆放物资,安装其他设施或搬运物体时,必须与带电设备或带电体保持一定的距离。

7) 严禁在电动机和各种电气设备上放置衣物,不可在电动机上坐立,不可将雨具等物悬挂在电动机或电气设备上方。

8) 在搬运电焊机、鼓风机、电风扇、洗衣机、电视机、电炉和电钻等可移动电器时,要先切断电源,更不可拖拉电源线来搬迁电器。

9) 在潮湿环境使用可移动电器时,必须采用额定电压 36V 及以下的低压电器。若采用 220V 的电气设备时,必须使用隔离变压器。若在金属容器(如锅炉)及管道内使用移动电器,则应使用 12V 的低压电器;同时安装临时开关,派专人在该容器外监视。对低电压的可移动设备应安装特殊型号的插头,以防止误插入 220V 或 380V 的插座内。

10) 在雷雨天气,不可走近高压电杆、铁塔和避雷针的接地导线周围,以防雷电伤人。切勿走近断落在地面的高压电线,万一进入跨步电压危险区时,要立即单脚或双脚并拢迅速跳到距离接地点 10m 以外的区域,切不可奔跑,以防跨步电压伤人。

2. 文明生产

文明生产是一项十分重要的内容,它影响电工工具的使用及操作技能的发挥,更为重要的是还影响到设备和人身的安全。所以,从开始学习基本操作技能时就要养成良好的安全文明生产的好习惯。

1) 实习时必须穿工作服和绝缘鞋。

2) 操作时电工工具应装入工具袋和工具包并随身携带。公用工具应放入专用的箱内以

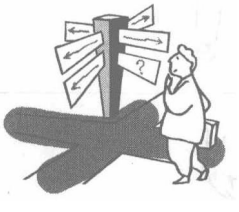
及指定地点。

- 3) 导线和各种电器应放在规定的位置，排列应整齐平稳，要便于取放。
- 4) 下班前，应清扫实习场地，清除的废电线和旧电器应堆放在指定地点。

3. 消防知识

当电气设备发生火警时，或临近电气设备附近发生火警时，电工应运用正确的灭火知识，指导和组织群众采用正确的方法灭火。

- 1) 当电气设备或电气线路发生火警时，要尽快切断电源，防止火情蔓延和灭火时发生触电事故。
- 2) 对于电火灾，不可用水或泡沫灭火器灭火，尤其是油类的火警，应采用二氧化碳或1211灭火器灭火。
- 3) 灭火人员不应使身体及所持灭火器材触及带电的导线或电气设备，以防触电。



为什么不可用水或泡沫灭火器进行电气灭火？发生电火灾时应该怎么办？

想一想

三、触电急救知识

(1) 触电急救的要点 抢救迅速和救护得法，即用最快的速度在现场采取积极有效的措施，保护触电者的生命，减轻伤情，减少痛苦，并根据伤情需要迅速联系医疗救护部门。

一旦发现有人触电后，周围人员首先应迅速拉闸断电，尽快使其脱离电源。

在施工现场发生触电事故后，应将触电者迅速抬到宽敞、空气流通的地方，使其平卧在硬板床上，采取相应的抢救方法。在送往医院的路途中应该不间断地进行救护。在1min之内抢救救活的概率非常高，若6min以后再去救人则非常危险。

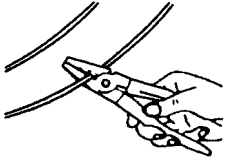
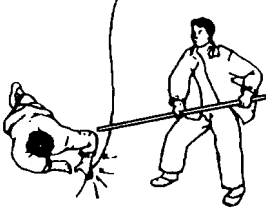
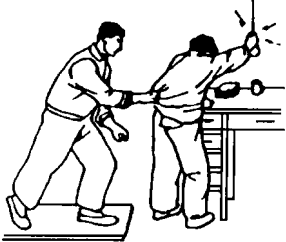
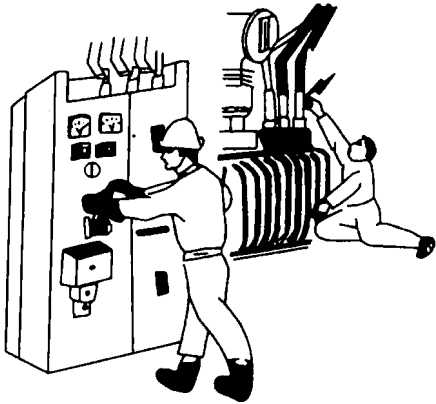
触电急救要有耐心，要一直抢救到触电者复活为止，或经医生确定停止抢救方可停止，因为低压触电通常都是“假死”，进行科学的方法急救是必要的。

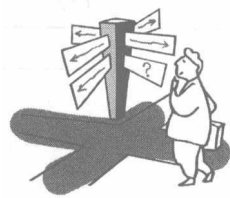
(2) 解救触电者脱离电源的方法 使触电者迅速脱离电源的具体方法见表1-1。

表 1-1 脱离电源的方法

处理方法		实施方法	图 例
低 压 电 源	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	 ①
			 ②

(续)

处理方法	实施方法	图 例
低 压 电 源	切 若一时找不到断开电源的开关,应迅速用绝缘良好的钢丝钳或断线钳剪断电线,以断开电源	
	挑 对于由导线绝缘损坏造成的触电,急救人员可用绝缘工具、干燥的木棒等将电线挑开	
	拽 急救人员可戴上手套或在手上包缠干燥的衣服等绝缘物品拖拽触电者;也可站在干燥的木板、橡胶垫等绝缘物品上,用一只手将触电者拖拽开来	
	垫 如果电流通过触电者入地,并且触电者紧握导线,可设法将一块干燥木板塞到触电者身下,使其与地隔离	
高 压 电 源	拉 闸 戴上绝缘手套,穿上绝缘靴,拉开高压断路器	

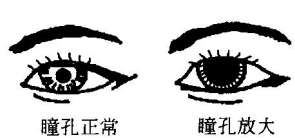


想一想

为什么不能用双手对触电者进行施救？

(3) 触电急救的方法 对触电人员采取的急救方法见表 1-2。其中，人工呼吸法和胸外心脏挤压法是现场急救的基本方法。

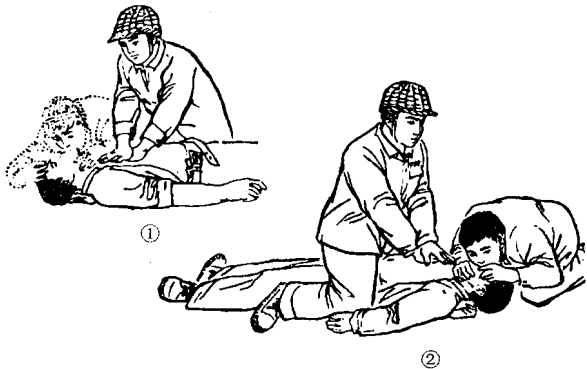
表 1-2 触电的急救方法

急救方法	实施方法	图 例
简单诊断	①将脱离电源的触电者迅速移至通风干燥处,使其仰卧,松开上衣和裤带 ②观察触电者的瞳孔是否放大。若处于假死状态,人体大脑细胞严重缺氧,处于死亡边缘,瞳孔自行放大 ③观察触电者有无呼吸存在,摸一摸颈部的颈动脉有无搏动	 ①  瞳孔正常 瞳孔放大 ②  ③
对“有心跳而呼吸停止”的触电者,应采用“口对口人工呼吸法”进行急救	①使触电者仰卧,颈部枕垫软物,头部偏向一侧,松开衣服和裤带,清除触电者口中的血块、假牙等异物。抢救者跪在病人的一边,使触电者的鼻孔朝天仰	清理口腔阻塞  鼻孔朝天头后仰  ①

(续)

急救方法	实施方法	图 例
对“有心跳而呼吸停止”的触电者,应采用“口对口人工呼吸法”进行急救	②用一只手捏紧触电者的鼻子,另一只手托在触电者颈后,将其颈部上抬,深深吸一口气,用嘴紧贴触电者的嘴,大口吹气 ③放松捏着鼻子的手,让气体从触电者肺部排出,如此反复进行,每5s吹气一次,坚持连续进行,不可间断,直到触电者苏醒为止 ④口对鼻人工呼吸法	贴嘴吹气胸扩张  ② 放天嘴鼻好换气  ③  ④
对“有呼吸而心跳停止”的触电者,应采用“胸外心脏挤压法”进行急救	①将触电者仰卧在硬板上或地上,颈部枕垫软物使头部稍后仰,松开衣服和裤带,急救者跪跨在触电者腰部 ②急救者将右手掌根部按于触电者胸骨下1/2处,中指指尖对准其颈部凹陷的下缘,当胸一手掌,左手掌复压在右手背上 ③掌根用力下压3~4cm,然后突然放松。挤压与放松的动作要有节奏,每秒钟进行一次,必须坚持连续进行,不可中断,直到触电者苏醒为止	 ①  压区 中指对凹陷 当胸一手掌  掌根用力向下压 ②  慢慢向下  突然放 ③

(续)

急救方法	实 施 方 法	图 例
对“呼吸和心跳都已停止”的触电者,应同时采用“口对口人工呼吸法”和“胸外心脏挤压法”进行急救	①一人急救时,两种方法应交替进行,即吹气 2 ~ 3 次,再挤压心脏 10 ~ 15 次,且速度都应快些 ②两人急救时,每 5s 吹气一次,每 1s 挤压一次,两人交替进行	
注意事项	不能打肾上腺素等强心针;不能泼冷水	

技能训练 1 触电急救的操作

一、训练目的

- 1) 掌握触电急救的知识。
- 2) 掌握人工呼吸法和胸外心脏挤压法。

二、训练器材

模拟橡皮人 1 具,秒表 1 块。

三、训练内容及步骤

- (1) 急救方法的选择 根据教师指定的触电者假死症状,选择合适的急救方法。例如:若触电者有呼吸而心脏停跳,则应选择胸外心脏挤压法。
- (2) 救护操作的实施 把触电者放在结实坚硬的地板或木板上,使触电者四肢伸直,保持仰卧,救护者两腿跨跪于触电者胸部两侧,先找到正确的压点,然后两手叠压,迅速开始施救。操作时应注意以下几点:
- 1) 如果没有模拟橡皮人,可将学生分成两人一组,进行人工呼吸法和胸外心脏挤压法的急救练习。
 - 2) 胸外挤压时,操作频率要适当,定位必须准确,压力要适当(压陷 3 ~ 4cm 为宜)。
 - 3) 具体操作时间由教师确定。

第二节 电工常用工具的使用

电工常用工具是指一般专业电工都要用到的常备工具。常用的工具有验电器、螺钉旋具、钢丝钳、尖嘴钳、断线钳、剥线钳、电工刀、活扳手等。作为一名电工,必须掌握常用电工工具的使用。