

■. 铁路职业教育高职高专规划教材

电工电子

基本技能训练指导书

主 编 ◇ 于彦良 陈 娜

副主编 ◇ 马保怀

DIANGONG DIANZI
JIBEN JINENG
XUNLIAN ZHIDAOSHU



西南交通大学出版社

铁路职业教育高职高专规划教材

电工电子基本技能训练指导书

主 编 于彦良 陈 娜

副主编 马保怀

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

电工电子基本技能训练指导书 / 于彦良, 陈娜主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2015.11
铁路职业教育高职高专规划教材
ISBN 978-7-5643-4367-5

I. ①电… II. ①于… ②陈… III. ①电工技术—高等职业教育—教材②电子技术—高等职业教育—教材
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 258380 号

铁路职业教育高职高专规划教材

电工电子基本技能训练指导书

主编 于彦良 陈 娜

责任编辑 黄淑文

封面设计 墨创文化

出版发行 西南交通大学出版社
(四川省成都市金牛区交大路 146 号)

发行部电话 028-87600564 028-87600533

邮政编码 610031

网 址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 成都蓉军广告印务有限责任公司

成品尺寸 170 mm × 230 mm

印 张 11

字 数 186 千

版 次 2015 年 11 月第 1 版

印 次 2015 年 11 月第 1 次

书 号 ISBN 978-7-5643-4367-5

定 价 28.00 元

课件咨询电话: 028-87600533

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

本书是根据“全国高等职业院校规划教材编写委员会”的要求及高职高专学校电工电子实训教学大纲编写的。

本书内容充分体现以能力为本位的指导思想,强调知识的实用性,降低了理论分析的难度和深度,以“必需”和“够用”为尺度,并强化学生能力的培养。以具体实训项目促进知识的掌握和技能的培养。包括安全用电常识、常用电工工具的使用、常用电工仪表的使用、常用电子器件质量判断、常用低压电器的识别、焊接工艺、单相可控调压电路的安装/调试/检测、导线的加工工艺、室内照明电路的安装与检修、三相异步电动机基本控制线路的安装/调试/检修、变频器的使用/维护/检修,共十一个项目单元,每个项目下有若干个任务,从任务理论知识、任务实施步骤及方法、任务注意事项和任务知识巩固几个方面来完成训练内容。

本书在编写过程中突出实践特色,以培养学生动手能力为主要任务,指导学生掌握电工电子元器件的基本操作、应用电路的安装、调试方法和技巧,理论联系实际,培养学生独立思考的能力、解决问题的能力 and 科学思维的能力,达到对学生进行综合训练的目的。

本书可作为高等职业院校机电类、电气类及相关专业电工电子技术课程的实训教材,也可作为维修电工职业技能训练及相关工程技术人员的参考书。

本书由河北轨道运输职业技术学院于彦良、陈娜任主编,马保怀任副主编,刘玮、毕晓峰两位老师参编。具体编写分工如下:项目一、二、三由于彦良编写,项目四、五、六由陈娜编写,项目七由马保怀编写,项目八、九由刘玮编写,项目十、十一由毕晓峰编写。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2015 年 10 月

目 录

项目 1 安全用电常识	1
项目 2 常用电工工具的使用	7
任务 2.1 验电器的使用	7
任务 2.2 旋具的使用	11
任务 2.3 钢丝钳的使用	14
任务 2.4 尖嘴钳、斜口钳、剥线钳的使用	16
任务 2.5 电工刀的使用	17
项目 3 常用电工仪表的使用	19
任务 3.1 指针式万用表和数字式万用表的使用	19
任务 3.2 兆欧表的使用	28
任务 3.3 钳形电流表的使用	32
任务 3.4 直流单臂电桥的使用	35
任务 3.5 直流双臂电桥的使用	38
任务 3.6 功率表的使用	42
项目 4 常用电子器件的质量判断	46
任务 4.1 电阻器的质量判断	46
任务 4.2 电容器的质量判断	53
任务 4.3 电感器的质量判断	57
任务 4.4 二极管的质量判断	61
任务 4.5 三极管的质量判断	66
任务 4.6 晶闸管的质量判断	73
项目 5 常用低压电器的识别	78
项目 6 焊接工艺	95
任务 6.1 常见的几种焊接工艺	95

任务 6.2 整流电路的焊接	102
任务 6.3 滤波电路的焊接	106
项目 7 单相可控调压电路的安装、调试和故障检测	109
任务 7.1 单相可控调压电路的安装	110
任务 7.2 单相可控调压电路的调试	111
任务 7.3 单相可控调压电路的故障检测	112
项目 8 导线的加工工艺	114
项目 9 室内照明电路的安装与检修	128
任务 9.1 室内照明电路的安装	128
任务 9.2 室内照明电路的故障检修	137
项目 10 三相异步电动机基本控制线路的安装、调试与故障检修	141
任务 10.1 三相异步电动机点动和 自锁控制线路的安装	141
任务 10.2 三相异步电动机 正反转控制线路的安装	146
任务 10.3 三相异步电动机 顺序控制线路的安装	150
任务 10.4 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动能耗制动控制线路的 安装、调试与故障检修	154
项目 11 变频器的使用、维护及故障检修	159
任务 11.1 变频器的使用	159
任务 11.2 变频器的维护及故障检修	166
参考文献	170

项目 1 安全用电常识

【学习目标】

- (1) 了解人体触电的类型和危害；
- (2) 掌握电工基本安全知识。

【理论知识】

1. 人身触电事故

1) 安全电压

安全电压值的等级分为 42 V、36 V、24 V、12 V 和 6 V，而直流电压不超过 120 V。通过人体的电流越大，对人体的伤害越大。通过人体电流的大小，主要取决于加在人体的电压和人体的电阻。人体电阻一般为 100 k Ω ，皮肤潮湿时可降到 1 k Ω 以下。因此，接触的电压越高，对人体的伤害越大。一般将 36 V 以下的电压作为安全电压，但在潮湿的环境中人体电阻会减小，因此应使用 12 V 安全电压。

当电流流过人体时对人体内部造成的生理机能的伤害，称为人身触电事故。电流对人体伤害的严重程度一般与通过人体电流的大小、时间、部位、频率和触电者的身体状况有关。流过人体的电流越大，危险越大；电流通过人体脑部和心脏时最为危险；工频电流危害要大于直流电流。不同电流对人体的影响如表 1-1 所示。

2) 感知电流

当流过成年人体的电流为 0.7 ~ 1 mA 时，便能够被感觉到，称之为感知电流。虽然感知电流一般不会对人体造成伤害，但是随着电流的增大，人体反应变得强烈，可能造成高空坠落事故。

表 1-1 不同电流对人体的影响

电 流 /mA	通电 时间	人 体 反 应	
		工 频 电 流	直 流 电 流
0 ~ 0.5	连续通电	无感觉	无感觉
0.5 ~ 5	连续通电	有麻刺感、疼痛、无痉挛	无感觉
5 ~ 10	数分钟内	痉挛、剧痛、但可摆脱电源	有针刺感、压迫感及灼热感
10 ~ 30	数分钟内	迅速麻痹、呼吸困难、血压升高、不能摆脱电源	压痛、刺痛、灼热强烈、有抽搐
30 ~ 50	数秒钟 ~ 数分钟	心跳不规则、昏迷、强烈痉挛、心脏开始颤动	感觉强烈、有剧烈痉挛
50 至数百	低于心脏搏动周期	受强烈冲击、但没发生心室颤动	剧痛、强烈痉挛、呼吸困难或麻痹
	高于心脏搏动周期	昏迷、心室颤动、呼吸麻痹、心脏麻痹或停跳	

3) 摆脱电流

触电后能自行摆脱的最大电流称为摆脱电流。对于成年人而言，摆脱电流一般在 15 mA 以下，摆脱电流被认为是人体在较短时间内可以忍受而一般不会造成危险的电流。

4) 致命电流

在较短时间内会危及生命的最小电流称为致命电流。当通过人体的电流达到 50 mA 以上时，则有生命危险。

5) 安全电流

一般情况下，30 mA 以下的电流通常在短时间内不会造成生命危险，我们将其称为安全电流。

6) 触电伤害

触电事故对人体造成的直接伤害主要有电击和电伤两种。电击是指电流通过人体细胞、骨骼、内脏器官、神经系统等造成的伤害。电伤一般是指由于电流的热效应、化学效应和机械效应对人体外部造成的局部伤害，

如电弧伤、电灼伤等。此外，人身触电事故经常对人体造成二次伤害。二次伤害是指因为触电引起的高空坠落，以及电气着火、爆炸等对人造成的伤害。

2. 人体触电的类型

1) 单相触电

由于电线绝缘破损、导线金属部分外露、导线或电气设备受潮等原因使其绝缘部分的能力降低,导致站在地上的人体直接或间接地与火线接触,这时电流就通过人体流入大地而造成单相触电事故，如图 1-1 所示。

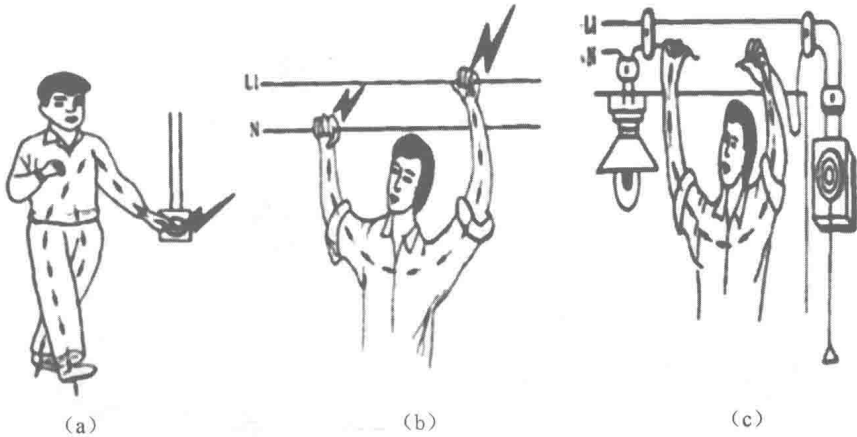


图 1-1 单相触电

2) 两相触电

两相触电是指人体同时触及两相电源或两相带电体，电流由一相经人体流入另一相时，加在人体上的最大电压为线电压，其危险性最大。两相触电如图 1-2 所示。

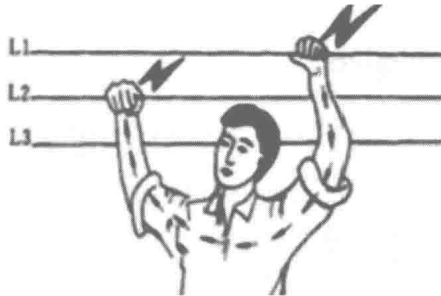


图 1-2 两相触电

3) 跨步电压触电

对于外壳接地的电气设备，当绝缘损坏而使外壳带电或导线断落发生单相接地故障时，电流由设备外壳经接地线、接地体（或由断落导线经接地点）流入大地，向四周扩散。如果此时人站立在设备附近地面上，两脚之间也会承受一定的电压，称为跨步电压。跨步电压的大小与接地电流、土壤电阻率、设备接地电阻及人体位置有关。当接地电流较大时，跨步电压会超过允许值，导致人身触电事故。特别是在发生高压接地故障或雷击时，会产生很高的跨步电压，如图 1-3 所示。跨步电压触电也是危险性较大的一种触电方式。



图 1-3 跨步电压触电

除以上 3 种触电形式外，还有感应电压触电、剩余电荷触电等，此处不作介绍。

【任务实施步骤及方法】

1. 熟悉人身安全知识

(1) 操作前，应对所用工具的绝缘手柄、绝缘手套和绝缘靴等安全用具的绝缘性能进行测试，有问题的不可使用，应马上调换。

(2) 操作时，如果邻近带电器件，应保证有可靠的安全距离。

(3) 进行停电操作时，应严格遵守相关规定，切实做好防止突然送电

的各项安全措施，如锁上刀开关并悬挂“有人工作，不许合闸”的警告牌等，绝不允许约定时间送电。

(4) 操作人员在登高作业前，必须仔细检查登高工具（安全带、脚扣、梯子等）是否牢固可靠。未经登高训练的人员，不允许进行登高作业，登高作业时应使用安全带。

(5) 当发现有人触电时，应立即采取正确的抢救措施。

(6) 在维修或安装电气设备、电路时，必须严格遵守各项安全操作规程和规定。

2. 熟悉设备运行安全知识

(1) 对于开关设备的操作，必须严格遵照操作规程进行：合上电源时，应先合隔离开关（一般不具有灭弧装置），再合负荷开关（具有灭弧装置）；分断电源时，应先断开负荷开关，再断开隔离开关。

(2) 对于出现异常现象（过热、冒烟、异味、异声等）的电气设备、装置和电路，应立即切断其电源，及时进行检修，只有在故障排除后，才可以继续运行。

(3) 在需要切断故障区域电源时，要尽量缩小停电范围。有分路开关的，应尽量切断故障区域的分路开关，避免越级切断电源。

(4) 应避免电气设备受潮，设备放置位置应有防止雨、雪和水侵袭的措施。电气设备在运行时往往会发热，所以要有良好的通风条件，有的还要有防火措施。

(5) 有裸露带电体的设备，特别是高压设备，要有防止小动物窜入造成短路事故的措施。

(6) 所有电气设备的金属外壳，都必须有可靠的保护接地或接零措施。

(7) 对于有可能被雷击的电气设备，要安装防雷装置。

【任务实施注意事项】

(1) 不掌握电气知识和技术的人员，不可安装和拆卸电气设备及电路。

(2) 禁止用一线（相线）一地（接地）安装用电器具。

(3) 开关控制的必须是相（火）线。

(4) 绝不允许私自乱接电线, 不可用金属丝绑扎电源线, 不可用铁丝或铜丝代替正规熔体。

(5) 在一个插座上, 不可接过多或功率过大的用电器。

(6) 不可用湿手接触带电的电器, 如开关、灯座等, 更不可用湿布揩擦电器。

(7) 电动机和电气设备上不可放置衣物, 不可在电动机上坐立, 雨具不可挂在电动机或开关等电器的上方。

(8) 任何电气设备或电路的接线桩头均不可外露。

(9) 堆放和搬运各种物资、安装其他设备时, 要与带电设备和电源线相距一定的安全距离。

(10) 在搬运电钻、电焊机和电炉等可移动电器之前, 应首先切断电源, 不允许拖拉电源线来搬移电器。

(11) 发现任何电气设备或电路的绝缘有破损时, 应及时对其进行绝缘恢复。

(12) 在潮湿环境中使用可移动电器, 必须采用额定电压为 36 V 的低压电器, 若采用额定电压为 220 V 的电器, 其电源必须采用隔离变压器; 在金属容器如锅炉、管道内使用移动电器, 一定要用额定电压为 12 V 的低压电器, 并要加接临时开关, 还要有专人在容器外监护; 低压移动电器应配装特殊型号的插头, 以防插入电压较高的插座上。

(13) 雷雨时, 不要接触或走近高电压电杆、铁塔和避雷针接地导线的周围, 不要站在高大的树木下, 以防雷电入地时发生跨步电压触电; 雷雨天禁止在室外变电所或室内的架空引入线上作业。

(14) 切勿走近断落在地面上的高压电线, 万一高压电线断落在身边或已进入跨步电压区域时, 要立即用单脚或双脚并拢跳到 10 m 以外的地方。为了防止跨步电压触电, 千万不可奔跑。

【任务知识巩固】

(1) 人体的安全电压是多少?

(2) 人体触电的类型有哪些?

(3) 进行停电操作时, 应注意哪些事项?

项目 2 常用电工工具的使用

【项目学习目标】

- (1) 掌握常用电工工具的使用方法，并能够熟练操作；
- (2) 能够根据具体要求，选取合适的电工工具。

【项目实施环境】

常用电工工具：验电器、旋具、钢丝钳、尖嘴钳、断线钳、剥线钳、电工刀。

任务 2.1 验电器的使用

【任务理论知识】

验电器是检验导线和电气设备是否带电的常用检测工具，可分为低压验电器和高压验电器两种。

1. 低压验电器

低压验电器又称测电笔，有笔式和旋具式两种，外形如图 2-1 所示。笔式低压验电器由氖泡、电阻、弹簧、笔身和笔尖等组成。当用低压验电器测带电体时，电流经带电体、测电笔、人体、大地形成回路，只要带电体与大地之间的电位差超过 60 V，测电笔中的氖泡就发光。低压验电器测试范围为 60 ~ 500 V。常见低压验电笔的结构如图 2-2 所示。

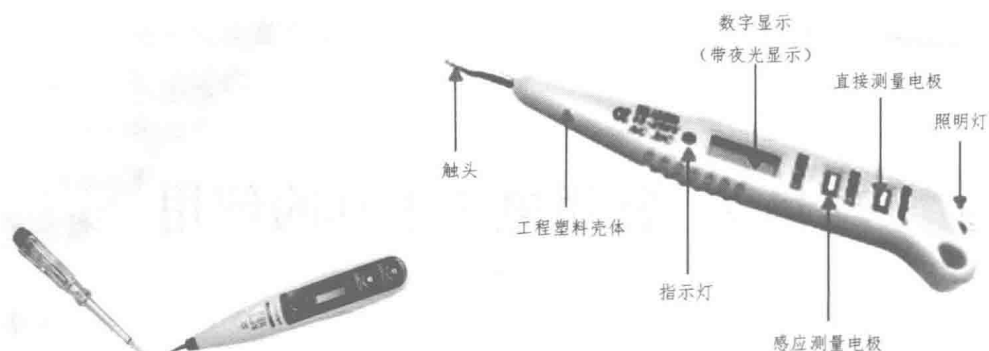
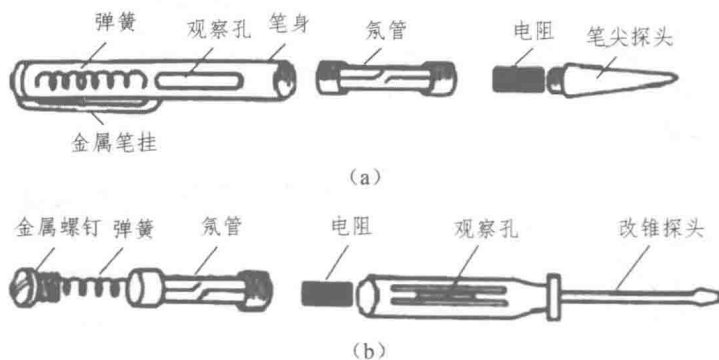


图 2-1 常见低压验电器外形图



(a) 钢笔式验电笔

(b) 改锥式验电器

图 2-2 常见低压验电笔的结构图

2. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器，属于防护性用具，主要用来测量电力输送网络中的高压电（1 000 V 以上）。常见高压验电器的外形如图 2-3 所示。10 kV 高压验电器由金属钩、氖管、氖管窗、紧固螺钉、护环和握柄组成，其结构如图 2-4 所示。

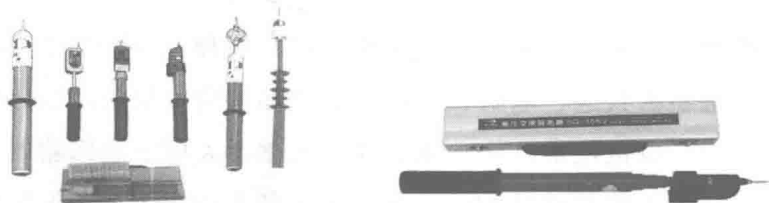


图 2-3 常见高压验电器外形图

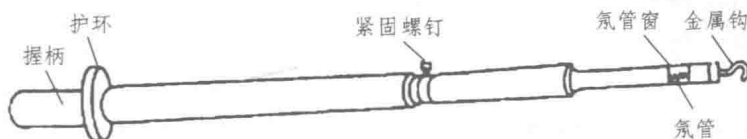


图 2-4 高压验电器的结构图

【任务实施步骤及方法】

1. 低压验电器的使用

低压验电器的正确握法如图 2-5 所示。

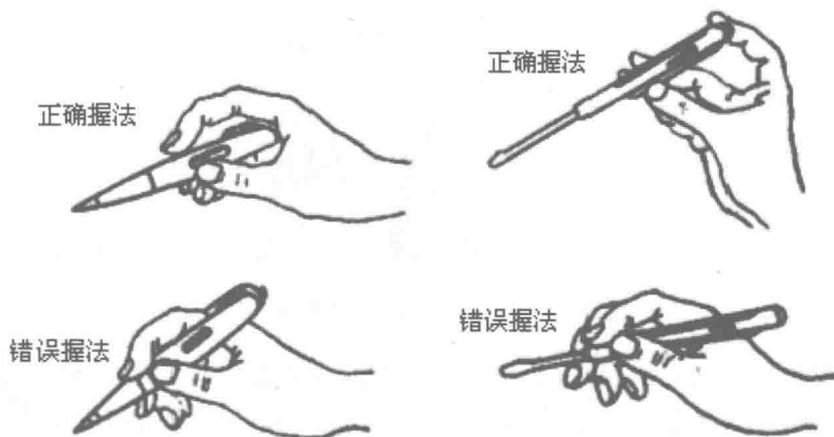


图 2-5 低压验电器的正确握法

(1) 判断电压高低：测试时可根据氖管发光的强弱来判断电压的高低，氖管越亮，则电压越高。

(2) 判断相线与零线：在正常情况下，在交流电路中，当验电器触及相线时，氖管发光；当验电器触及零线时，氖管不发光。

(3) 判断直流电与交流电：交流电通过验电器时，氖管里的两极同时发光；直流电通过验电器时，氖管两极只有一极发光。

(4) 判断直流电的正、负极：把验电器连接在直流电的正、负极之间，氖管中发光的一极即为直流电的负极。

(5) 判断电源相线对地漏电：对地漏电的那一相电源测试时亮度较弱。

(6) 判断交流电的同相和异相：两手各持一支验电笔，站在绝缘体上，

将两支笔同时触及待测的两条导线，如果两支验电笔的氖泡均不太亮，则表明两条导线是同相；若发出很亮的光，说明是异相。

2. 高压验电器的使用

(1) 验电时操作人员应戴绝缘手套，手握在护环以下的握柄部分，如图 2-6 所示。

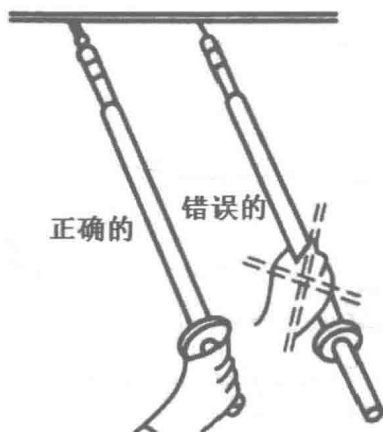


图 2-6 高压验电器的使用方法

(2) 验证验电器性能完好。先在有电的设备上进行检验，检验时应逐渐移近带电设备至发光或发声为止，然后再在需要进行验电的设备上检测。

(3) 用验电器检测时，也应同样渐渐地向设备移近，直至直接触及设备导电部分，此过程一直无光无声指示，则可判断无电。反之，若在移近过程中突然有发光或发声指示，则应停止验电。

【任务实施注意事项】

1. 低压验电器的使用注意事项

(1) 使用验电笔之前，首先要检查验电笔的适用电压是否高于待测带电体的电压、验电笔里有无安全电阻，再直观检查验电笔是否有损坏、有无受潮或进水、是否有破裂，检查无误后才能使用。

(2) 使用验电笔时不能用手触及验电笔前端的金属探头，否则会造成人身触电事故。

(3) 使用验电笔时一定要用手触及验电笔尾端的金属部分, 否则因带电体、验电笔、人体与大地没有形成回路, 验电笔的氖泡不会发光, 会造成误判, 以为带电体不带电, 这是十分危险的。

2. 高压验电器的使用注意事项

(1) 使用高压验电器之前应对其进行检查, 确定其绝缘完好, 氖管发光正常, 与被测设备电压等级相适应。

(2) 进行测量时, 应使高压验电器逐渐靠近被测物体, 直至氖管发光, 然后立即撤回。

(3) 使用高压验电器验电时, 必须在气候条件良好的情况下进行。

(4) 人体与带电体应保持足够的安全距离, 10 kV 高压的安全距离为 0.7 m 以上。

【任务知识巩固】

(1) 低压验电器的测试范围是多少?

(2) 高压验电器适用于哪些场合?

任务 2.2 旋具的使用

【任务理论知识】

1. 螺钉旋具

常用的螺钉旋具是改锥 (又称螺丝刀), 用来紧固或拆卸螺钉, 按头部形状可分为一字形和十字形, 外形如图 2-7 所示。一字形旋具其规格用柄部以外的长度表示, 有 50 mm、100 mm、150 mm 和 200 mm 几种规格。电工必备的旋具为 50 mm 和 150 mm 两种。十字形旋具专供紧固和拆卸十字槽的螺钉, 有四种规格: 分别适用于直径 2 ~ 2.5 mm、3 ~ 3.5 mm、6 ~ 8 mm、10 ~ 12 mm 的螺钉。磁性旋具按握柄材料可分为木质绝缘柄旋具和塑胶绝缘柄旋具。