



安装工人技术学习丛书
ANZHUANG GONGREN JISHU XUEXI CONGSHU

安装电工 (第三版)

张能武 方光辉 主编

中国建筑工业出版社

安装工人技术学习丛书

安 装 电 工

(第三版)

张能武 方光辉 主编

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

安装电工/张能武, 方光辉主编. —3 版. —北京:
中国建筑工业出版社, 2011. 10

安装工人技术学习丛书

ISBN 978-7-112-13462-5

I. ①安… II. ①张…②方… III. ①建筑安装
工程-电工 IV. ①TU85

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 156331 号

安装工人技术学习丛书

安装电工

(第三版)

张能武 方光辉 主编

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司

世界知识印刷厂印刷

*

开本: 850×1168 毫米 1/32 印张: 12½ 字数: 335 千字

2011 年 10 月第三版 2011 年 10 月第八次印刷

定价: 29.00 元

ISBN 978-7-112-13462-5

(21204)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

出版说明

20 世纪 70 年代末，为满足广大安装工人工作和学习要求，我社出版了一套《安装工人技术学习丛书》。这套丛书基本上是按照安装工种编写的，分《管工》、《电焊工》、《气焊工》、《通风工》、《安装钳工》、《安装电工》、《电工试调》、《热工试调》、《空调试调》、《水暖维修工》、《设备起重工》、《筑炉工》等 12 本，以当时的陕西省建筑工程局为主体，组织有关人员编写，给安装工人的学习和培训带来巨大帮助，社会反响良好。该套丛书从出版到现在已经 30 多年，由于相关的技术和标准规范等已经发生了非常大的变化，已经不再适应现在的安装行业，因此我社重新组织相关人员进行了修订。

本套丛书从当前安装行业的实际情况出发，对原有的 12 本书进行整合，对丛书的分册办法进行重新的划分和规划，力求满足安装行业迫切需要提高工作技能，掌握工作技巧的广大安装工人的需求。

这套丛书以安装工人应知应会的内容为主体编写，着重介绍工作中需要掌握的实用操作技术，辅以必要的理论知识，对于工程质量标准和安全技术，做适当的叙述，各工种有关的新技术、新机具和新材料，也进行必要的介绍。

这套丛书可供具有初中以上文化程度的工人学习，也可作技工培训读物。

本书内容共分六章。第一章介绍基础知识；第二章介绍变压器的安装与检修；第三章介绍室内配线的安装；第四章讲解室外配线的安装；第五章主要是电动机的安装与检修；第六章主要讲解照明装置。

本书突出知识的系统性和实用性，通俗易懂，图文并茂，对安装电工在施工现场的操作有详细的描述，同时也包含现场电工需要掌握的基本的电气理论，适合于广大安装电工使用。

* * *

责任编辑：刘 江 张 磊

责任设计：张 虹

责任校对：肖 剑 赵 颖

前 言

随着现代科学技术的发展,我国各行各业的电气化程度越来越高,从事电工领域的人员也越来越多。为进一步提高电气设备从业人员的基本素质和专业技能,增强各级各类职业院校在校生的动手操作能力,我们根据多年从事电气设备安装运行,维护、检修的实际工作经验,并参考最新国家及行业的标准、规范、规程,较系统地介绍了常用电气设备及线路的安装、运行与检修的技能。

本书共分六章,主要介绍了安装电工具备的基本知识、变压器的安装与检修、室内配线的安装、室外配线的安装、电动机的安装与检修、照明装置。本书是结合我国目前电力系统的实际情况,紧密联系生产实际。在编写过程中,力求做到科学性、适用性、先进性、可靠性。本书图文并茂、通俗易懂。着重介绍操作技术,辅以必要的理论知识,即详细介绍操作步骤,简要叙述为何要这样做。在内容组织上体现了职业教育的性质、任务和培养目标,既可为企业职业资格和岗位技能培训服务,也可供工矿企业、乡镇企业及广大从事电气设备安装、维护的电工,专业技术人员参考用书。

本书由张能武、方光辉共同主编。参加编写的人员还有:邓杨、唐雄辉、刘文花、吴亮、王荣、刘明洋、陈锡春、刘玉妍、周小渔、王春林等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物,并得到江南大学机械工程学院、江苏电工学会、无锡技师学院等单位大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于时间仓促,编者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 电工常用工具及仪器仪表	1
一、常用电工工具	1
二、仪器仪表	15
第二节 电工识图	36
一、识图的基本方法、步骤及注意事项	36
二、电气图形符号	38
三、电气文字符号	53
第三节 电气安全与节能知识	58
一、安全用电常识	58
二、电气安全技术知识	64
三、电气安全与节能	67
第二章 变压器的安装与检修	81
第一节 变压器的结构	81
一、概述	81
二、变压器的结构和作用	81
第二节 变压器的安装	88
一、施工准备	88
二、变压器、电抗器搬运就位	92
三、变压器、电抗器干燥	92
四、变压器安装施工	95
五、电力变压器安装中出现的缺陷及其排除	102
六、变压器的试验	111
七、变压器安装结尾工作	116

第三节 变压器的检修	117
一、电力变压器绕组故障检修	117
二、变压器渗漏油修理	124
三、电力变压器铁芯故障检修	128
第三章 室内配线的安装	138
第一节 室内配线概述	138
一、室内配线技术要求	138
二、导线的选择	139
三、导线的布置	141
四、管材的验收与加工	142
五、配管安装及配线	144
六、管内线路的检查与通电检测	148
第二节 护套线路的安装	150
一、材料选择	150
二、施工作业条件	151
三、配线间距	151
四、布线施工	151
第三节 线管配线的安装	154
一、线槽配线	154
二、钢管敷设	161
三、塑料管的敷设	175
第四节 钢索配线的安装	186
一、钢索线路的安装方法与步骤	186
二、钢索吊装塑料护套线路的安装	187
三、钢索吊装线管线路的安装	188
四、钢索线路安装的注意事项	190
第五节 槽板配线的安装	190
一、槽板的规格及用途	191
二、施工条件	192
三、槽板安装	192
四、槽板配线安装	195

五、工程交接验收	198
第六节 母线加工安装	198
一、母线加工	198
二、母线安装	203
第七节 常用经验线路	221
第四章 室外配线的安装	226
第一节 架空线路安装	226
一、电杆埋设	226
二、电杆拉线安装	234
三、杆上电气设备安装	242
四、架设导线	246
五、低压架空绝缘线路	258
第二节 电缆线路安装	263
一、电缆敷设规定	263
二、直埋电缆的敷设	267
三、电缆保护管及电缆排管敷设	274
四、桥梁、隧道及水下电缆的敷设	284
五、电缆低压架空及桥梁上敷设	291
六、电缆在沟道、竖井和桥架内敷设	292
第五章 电动机的安装与检修	307
第一节 三相异步电动机的结构	307
一、定子及转子	308
二、其他部分	311
第二节 三相异步电动机的安装与检查	311
一、安装地点的选择	311
二、电动机的基础	312
三、安装与校正	312
四、接线	314
五、三相异步电动机启动前后的安全检查	315
第三节 电动机线路图的识读	317

一、单相异步电动机的正、反转控制线路	317
二、三相异步电动机单相运行控制线路	318
三、三相异步电动机的电气线路图的识读	320
第四节 三相异步电动机的检修	329
一、如何分析、判断电动机故障	329
二、怎样确定电动机的故障	330
三、定子绕组短路故障的检查及修复	331
第六章 照明装置	350
第一节 照明开关及插座安装	350
一、照明开关安装	350
二、插座安装	353
第二节 灯具安装	357
一、普通灯具	357
二、专用灯具安装	374
第三节 照明线路故障及处理技能	380
一、照明线路常见故障及处理	380
二、照明灯具故障诊断	384

第一章 基础知识

第一节 电工常用工具及仪器仪表

一、常用电工工具

1. 验电器

验电器是检验导线和电气设备是否带电所用的一种常用工具。它分为低压验电器和高压验电器两种。低压验电器又称为测电笔。是电工最常用的一种检测工具，用于检查低压电气设备是否带电。检测电压的范围为 $60\sim 500\text{V}$ 。常用的有钢笔式和螺钉旋具式两种（如图 1-1a、b 所示），前端是金属探头，内部依次装接氖泡、安全电阻和弹簧，弹簧与后端外部的金属部分相接触。按其显示元件不同分为氖管发光指示式和数字显示式两种。氖管发光指示式验电器由氖泡、电阻、弹簧、笔身和笔尖等部分组成，数字显示式验电器如图 1-1c 所示。

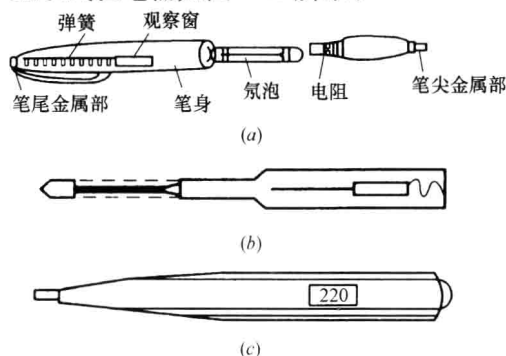


图 1-1 低压验电器

(a) 钢笔式；(b) 螺钉旋具式；(c) 数字显示式

使用低压验电器，必须按图 1-2 所示正确姿势握笔，以食指触及笔尾的金属体，笔尖触及被测物体，使氖管小窗背光朝向自己。当被测物体带电时，电流经带电体、电笔、人体到大地形成通电回路。只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖泡就发光，电压高发光强，电压低光弱。用数字显示式测电笔验电，其握笔方法与氖管指示式电笔相同，但带电体与大地间的电位差在 2~500V 之间，电笔都能显示出来。由此可见，使用数字式测电笔，除了能知道线路和电气设备是否带电以外，还能够知道电体电压的具体数据。

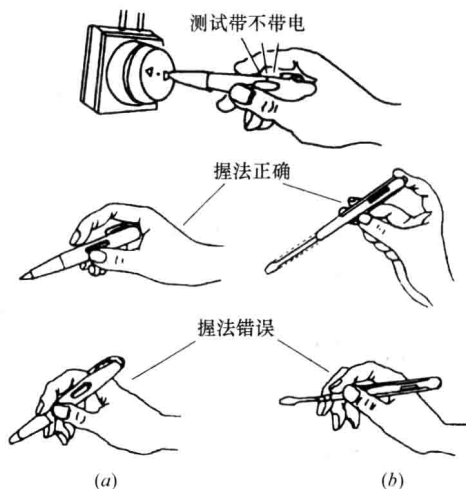


图 1-2 低压验电器握法

(a) 钢笔验电器握法；(b) 螺钉旋具式验电器握法

电笔使用前一定要在有电的电源上检查电笔中的氖泡是否损坏；电笔不可用于电压高于规定范围（500V）的电源，以免发生危险。

使用时应注意以下事项：

(1) 一般用右手握住电笔，左手背在背后或插在衣裤口袋中。

- (2) 人体的任何部位切勿触及与笔尖相连的金属部分。
- (3) 防止笔尖同时搭在两线上。
- (4) 验电前，先将电笔在确实有电处试测，只有氖管发光，才可使用。
- (5) 在明亮光线下不易看清氖管是否发光，应注意避光。

2. 高压验电器

高压验电器又称高压测电器，如图 1-3 所示。10kV 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。使用时用手握住护环，金属钩钩住带电体，有电时氖管发光。高压验电器在使用时应特别注意手握部件不得超过护环。使用高压验电器的注意事项如下。

- (1) 在雨、雪、雾或湿度较大的天气，不允许在户外使用，以免发生危险。
- (2) 验电器在使用前，要检查确认其性能是良好的。
- (3) 人体与带电体之间要有 0.7m 以上的距离，检测时要小心防止发生相间短路或对地短路事故。
- (4) 验电时，必须戴符合要求的绝缘手套，要有人在旁边监护，且不可单独操作，如图 1-4 所示。

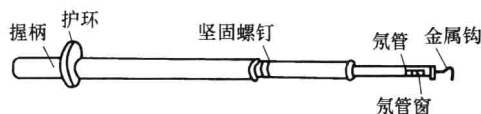


图 1-3 10kV 高压验电器

3. 旋具

用于紧固或拆卸一字槽螺钉。木柄和塑柄螺钉旋具分普通式和穿心式两种。穿心式能承受较大的扭矩，并可在尾部用手锤敲击。方形旋杆螺钉旋具能用相应的扳手夹住旋杆扳动，以增大扭矩（一字形螺钉旋具类型如图 1-5 所示）。一字形螺钉旋具常用的有 50mm、100mm、150mm 和 200mm 等规格，电工必备的是 50mm、150mm 两种。



图 1-4 10kV 高压验电器使用方法

使用旋具时的注意事项：

(1) 电工不可使用金属杆直通柄顶的旋具，以避免触电事故的发生。

(2) 用旋拆卸或紧固带电螺栓时，手不得触及旋具的金属杆，以免发生触电事项。

(3) 为避免旋具的金属杆触电及带电体时手指碰触金属杆，用旋具应在旋具金属杆上

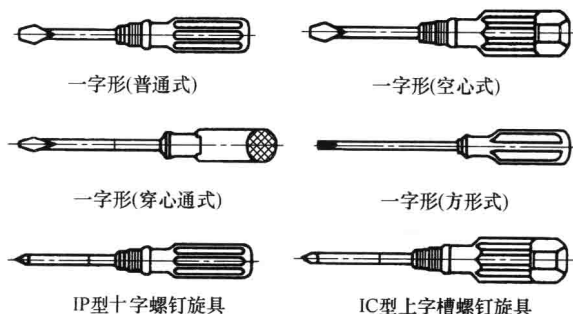


图 1-5 旋具类型

穿套绝缘管。

4. 钢丝钳

电工常用的钢丝钳有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格。可根据内线或外线工种需要选购。钳子的齿口也可用来紧固或拧松螺母。钳子的刀口可用来剖切软电线的橡皮或塑料绝缘层。带刃口的钢丝钳还可以用来切断钢丝。钢丝钳均带有橡胶绝缘套管和不带橡胶绝缘套管两种，带有橡胶绝缘套管可适用于 500V 以下的带电作业，如图 1-6 所示。

钢丝钳的使用方法和使用钢丝钳时的注意事项如下：

(1) 钢丝钳的使用方法

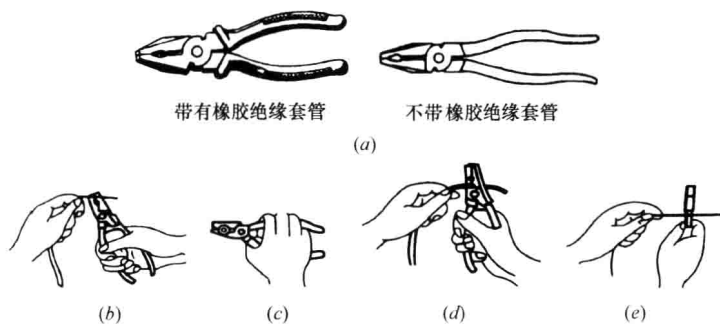


图 1-6 钢丝钳类型和用途

(a) 类型；(b) 弯绞导线；(c) 紧固螺母；(d) 剪切导线；(e) 侧切钢丝

① 使用钳子是用右手操作。将钳口朝内侧，便于控制钳切部位，用小指伸在两钳柄中间来抵住钳柄，张开钳头，这样分开钳柄灵活。

② 钳子的刀口可用来切剪电线、铁丝。剪 8 号镀锌铁丝时，应用刀刃绕表面来回割几下，然后只需轻轻一扳，铁丝即断。

③ 侧口也可以用来切断电线、钢丝等较硬的金属线。

④ 钳子的绝缘塑料管耐压 500V 以上，有了它可以带电剪切电线。使用中切忌乱扔，以免损坏绝缘塑料管。

⑤ 用钳子缠绕抱箍固定拉线时，钳子齿口夹住铁丝，以顺时针方向缠绕。

(2) 使用钢丝钳时的注意事项

① 电工在使用钢丝钳之前，必须保证绝缘手柄的绝缘性能良好，以保证带电作业时的人身安全。

② 用钢丝钳剪切带电导线时，严禁用刀口同时剪切相线和零线；或同时剪切两根相线，以免发生短路事故。

5. 尖嘴钳

修口钳（俗称尖嘴钳）也是电工（尤其是内线电工）常用的工具之一。

钳头用于夹持较小螺钉、垫圈、导线和把导线端头弯曲成

所需形状，小刀口用于剪断细小的导线、金属丝等。嘴钳的头部尖细，适用于在狭小的空间操作，其外形如图 1-7 所示。尖嘴钳规格通常按其全长分为 130mm、160mm、180mm、200mm 四种。

尖嘴钳手柄套有绝缘耐压 500V 的绝缘套，尖嘴钳的握法如图 1-8 所示。



图 1-7 尖嘴钳

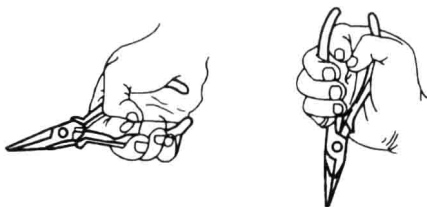


图 1-8 尖嘴钳的握法

6. 断线钳

用于切断较粗的、硬度不大于 HRC30 的金属线材、刺丝及电线等。有双连臂、单连臂、无连臂三种形式。钳柄分有管柄式、可锻铸铁柄式和绝缘柄式等（如图 1-9 所示）。断线钳的规格见表 1-1。

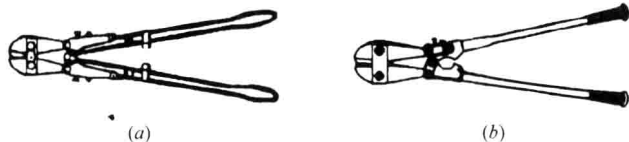


图 1-9 断线钳类型

(a) 普通式（铁柄）；(b) 管柄式

断线钳的规格

表 1-1

规格(mm)		300	350	450	600	750	900	1050
长度(mm)		305	365	460	620	765	910	1070
剪切 直径 (mm)	黑色金属 有色金属 (参考)	≤4 2~6	≤5 2~7	≤6 2~8	≤8 2~10	≤10 2~12	≤12 2~14	≤14 2~16

7. 电工刀

电工刀分为普通式和三用式两种，普通式电工刀如图 1-10 所示，有大号和小号两种，三用式电工刀增加了锯片和锥子的功能。使用电工刀时，刀口应朝外部切削，切忌面向人体切削。剖削导线绝缘层时，应使刀面与导线成较小的锐角，以避免割伤线芯。电工刀刀柄无绝缘保护，不能接触或剖削带电导线及器件。新电工刀刀口较钝，应先开启刀口然后再使用。电工刀使用后应随即将刀身折进刀柄，注意避免伤手。



图 1-10 电工刀

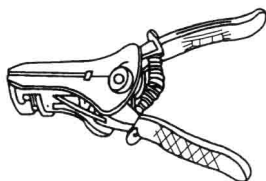


图 1-11 剥线钳

8. 剥线钳

剥线钳用来剥削直径 3mm 及以下绝缘导线的塑料或橡胶绝缘层，其外形如图 1-11 所示。它由钳口和手柄两部分组成。剥线钳钳口分有 0.5~3mm 的多个直径切口，用于不同规格线芯线直径相匹配，切口过大难以剥离绝缘层，切口过小会切断芯线，剥线钳也装有绝缘套。使用剥线钳剥去绝缘层时，定好剥削的长度后，左手持导线，右手向内紧握钳柄，导线绝缘层被剥断后自由飞出。剥线钳一般不在带电的场合使用。

9. 电工用凿

电工常用的凿有圆棒凿、小扁凿、大扁凿和长凿等几种。

(1) 圆棒凿。圆棒凿（如图 1-12a 所示）又称麻线凿或鼻冲，用于在混凝土结构的建筑物上凿打木棒孔。

(2) 小扁凿。小扁凿（如图 1-12b 所示）用来在砖墙上凿打方形棒孔。电工常用凿口宽约 12mm 的小扁凿。凿孔时，也要经常拔出凿身，以利排出灰沙、碎砖，同时观察墙孔开凿得是否平整，大小是否合适，孔壁是否垂直。