



电工成才三部曲

电工技能 现场全能通

由易到难 | 步步深入 | 步步提高
知识技能 | 快速掌握 | 轻松上岗

杨清德 杨 伟 主编



化学工业出版社

入门篇
RUMENPIAN



电工成才三部曲

电工技能 现场全能通



杨清德 杨 伟 主 编
徐海涛 丁秀艳 副主编



化学工业出版社

·北京·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工技能现场全能通 (入门篇)/杨清德, 杨伟主编.
北京: 化学工业出版社, 2016. 11
(电工成才三部曲)
ISBN 978-7-122-28158-6

I. ①电… II. ①杨… ②杨… III. ①电工技术
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 231717 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 孙凤英
装帧设计: 刘丽华

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 17 $\frac{3}{4}$ 字数 440 千字 2017 年 1 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

近年来，随着电工技术的进步，新技术、新材料、新设备、新工艺层出不穷，电气系统的先进性、稳定性、可靠性、灵敏性、安全性越来越高，这就要求电气工作人员必须具有熟练的专业技能。技术全面、强（电）弱（电）精通、懂得管理的电气工作人员已成为用人单位的第一需求，为此，我们组织编写了“电工成才三部曲”丛书。

编写本丛书的目的，主要在于帮助读者能够在较短时间内基本掌握电气工程现场施工的各项实际工作技术、技能，能够解决工程实际安装、调试、运行、维护、维修，以及施工组织、工程质量管理与监督、成本控制、安全生产等技术问题，即：看（能识别各种电工元器件，能看懂图纸，会分析线路的基本功能及原理）；算（能根据用户和图纸的要求，计算或估算器件、线路的各种电气参数，为现场施工提供参考数据）；选（合理且科学地选择电工元器件，以满足施工的实际需要）；干（能实际动手操作接线、调试，并能排除电路故障）；管（能够协助工程负责人参与电气设备管理、生产管理、质量管理、运行管理等工作）。

本丛书根据读者身心发展的特点，遵循由浅入深、循序渐进、由易到难的原则，强化方法指导，注重总结规律，激发读者的主动意识和进取精神。在编写过程中，我们特别注重牢固夯实基础，对内容进行合理编排，使读者分层次掌握必备的基本知识和操作技能，能够正确地在现场进行操作，提高对设备故障诊断和维修的技术水平，减少相应的维修时间。

本丛书共三个分册，即：《电工技能现场全能通（入门篇）》、《电工技能现场全能通（提高篇）》和《电工技能现场全能通（精通篇）》，其主要内容如下：

本书为《电工技能现场全能通（入门篇）》，主要讲述常用电工工具及专用电工工具的选择及使用，常用电工仪表的正确使用，内、外线电工必须掌握的基本技能，照明线路现场施工的知识及技能，户内配电装置与常用灯具的安装，配电线路及装置的安装与维护，电动机的安装维护与常见故障检修等内容。

本书由杨清德、杨伟担任主编，徐海涛、丁秀艳担任副主编，第1章由张良、张强、丁秀艳编写，第2章由林兰、顾怀平编写，第3章由郑汉声、吴荣祥编写，第4章由陈海容、孙红霞编写，第5章由葛争光、冷汶洪编写，第6章由杨伟、高杰编写，第7章由周永革、徐海涛编写，全书由杨清德统稿。

本书内容丰富、深入浅出，具有很强的实用性，便于读者学习和解决工程现场的实际问题，以达到立竿见影的良好效果。本书适合于职业院校电类专业

师生阅读，也适合于电气工程施工的技术人员、管理人员、维修电工阅读。本书既适合初学者使用，又适合有一定经验的读者使用。

由于水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。信函请发至主编的电子邮箱是：vqd611@163.com，来信必复。

编 者

第1章 活学活用电工工具

1.1 活学活用常用电工工具	1
1.1.1 活学活用电工钳	1
1.1.2 活学活用试电笔	5
1.1.3 活学活用螺丝刀	8
1.1.4 活学活用扳手	9
1.1.5 活学活用电烙铁	11
1.1.6 活学活用电工刀	12
1.1.7 工具套（包）的使用	14
1.2 活学活用其他电工工具	14
1.2.1 活学活用电动工具	14
1.2.2 活学活用外线电工工具	15

第2章 活学活用常用电工仪表

2.1 活学活用万用表	18
2.1.1 认识万用表	18
2.1.2 万用表测电压	22
2.1.3 万用表测电流	26
2.1.4 万用表测电阻	27
2.1.5 万用表测常用元器件	30
2.2 活学活用绝缘电阻表	47
2.2.1 认识绝缘电阻表	47
2.2.2 绝缘电阻表检测常用电气设备	50
2.3 活学活用钳形电流表	51
2.3.1 认识钳形电流表	51
2.3.2 正确使用钳形电流表	52
2.3.3 钳形电流表测线路电流	54
2.3.4 钳形电流表测量电动机电流	55
2.3.5 钳形电流表使用注意事项	56

第3章 电工操作必备技能

3.1 导线连接技能	57
------------------	----

3.1.1	导线连接基础	57
3.1.2	导线绝缘层的剥削	58
3.1.3	导线连接	61
3.1.4	导线绝缘层的恢复	67
3.2	登杆技能	70
3.2.1	认识登杆必备用具	70
3.2.2	用登高板登杆	71
3.2.3	用脚扣登杆	72
3.3	电气故障检修技能	74
3.3.1	一般电气故障诊断法	74
3.3.2	特殊电气故障诊断法	79
3.3.3	电气设备故障维修程序	84
3.4	安全用具使用技能	86
3.4.1	绝缘杆和绝缘夹钳的使用	86
3.4.2	绝缘手套和电绝缘鞋的使用	87
3.4.3	绝缘垫和绝缘站台的使用	89
3.4.4	临时接地线的使用	89
3.5	手工焊接技能	92
3.5.1	电烙铁焊接	92
3.5.2	喷灯焊接	96

第4章 照明线路安装技能

4.1	照明供配电基础知识	100
4.1.1	照明供配电系统及网络	100
4.1.2	室内配线原则及要求	103
4.1.3	配线施工的一般工序	105
4.2	电气预埋件安装	106
4.2.1	预埋铁件	106
4.2.2	预埋尼龙胀管	106
4.2.3	预埋金属膨胀螺栓	109
4.3	线路布线与敷设	110
4.3.1	室内电线的选用	110
4.3.2	电线管配线与敷设	111
4.3.3	护套线配线与敷设	119
4.3.4	电线管明敷设布线	123
4.3.5	工地临时供电线路安装	126

第5章 户内配电装置与灯具安装

5.1	户内配电箱的安装	134
-----	----------------	-----

5.1.1	户内配电箱安装须知	134
5.1.2	安装户内配电箱	137
5.1.3	配电箱中断路器的选择与安装	141
5.1.4	配电箱内的线路安装	143
5.2	开关插座的安装	146
5.2.1	开关插座安装须知	146
5.2.2	开关插座安装工艺	151
5.3	常用灯具的安装	158
5.3.1	室内灯具安装技术要领	158
5.3.2	节能灯具的安装	160
5.3.3	吸顶灯具的安装	161
5.3.4	吊灯的安装	164
5.3.5	水晶灯的安装	167
5.3.6	筒灯的安装	172
5.3.7	LED灯带的安装	173

第6章 电动机的安装维护与检修

6.1	电动机的安装	178
6.1.1	电动机安装基础建造	178
6.1.2	电动机安装前的准备工作	179
6.1.3	电动机安装就位与校正	181
6.1.4	传动装置的安装和校正	182
6.1.5	电动机的接线	185
6.1.6	电动机的试车	191
6.2	电动机的运行与维护	193
6.2.1	电动机启动与停车	193
6.2.2	电动机日常维护检查	194
6.2.3	电动机运行检查	195
6.2.4	电动机定期检查与保养	199
6.3	三相异步电动机的拆卸与装配	200
6.3.1	认知三相异步电动机	200
6.3.2	三相异步电动机的拆卸	204
6.3.3	三相异步电动机的组装	208
6.4	三相电动机的检修	212
6.4.1	三相异步电动机的定期检修	212
6.4.2	三相异步电动机常见故障的检查与分析	213
6.4.3	三相异步电动机常见故障检修	215

第7章 配电线路及装置的安装与维护

7.1	低压架空线路施工	218
-----	----------------	-----

7.1.1	杆位定位和挖坑	218
7.1.2	立杆	220
7.1.3	杆上组作业	224
7.1.4	拉线制作与安装	227
7.1.5	架线	230
7.1.6	在绝缘子上固定导线	232
7.2	电力电缆线路敷设	235
7.2.1	电力电缆线路施工基础	235
7.2.2	电缆终端头和中间头的制作	237
7.2.3	电力电缆线路敷设工艺	243
7.3	配电变压器的安装	245
7.3.1	变压器安装要求及施工准备	245
7.3.2	变压器安装前的检查项目	246
7.3.3	室内变压器的安装	249
7.3.4	室外变压器的安装	252
7.4	低压进户装置与配电箱的安装	258
7.4.1	低压进户装置的安装	258
7.4.2	电能表的选用与安装	261
7.4.3	配电柜(盘、箱)的安装	265
7.5	防雷与接地装置的安装	266
7.5.1	电气设备的接地和接零	266
7.5.2	接地装置的应用及安装	269
7.5.3	防雷装置的安装	271

参 考 文 献

第1章

活学活用电工工具

1.1 活学活用常用电工工具

1.1.1 活学活用电工钳

电工钳主要包括钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳和斜口钳，但它们的用途不一样。

(1) 钢丝钳

1) 选用

钢丝钳一般采用铬钒钢或高碳钢制作。铬钒钢的硬度高，质量好，用这种材质制造的钢丝钳可列为高档钢丝钳；高碳钢制作的钢丝钳相对来说档次要低一些。

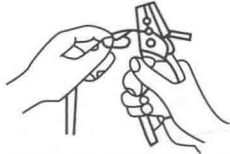
钢丝钳的常用规格有：160mm、180mm、200mm、250mm。一般中等身材的人选用180mm的钢丝钳用起来比较合适。太大则略显笨重，太小则剪切稍微粗点的钢丝就比较费力。

电工所用的钢丝钳，在钳柄上应套有耐压为500V以上的绝缘管。电工严禁选用钳柄没有绝缘管的钢丝钳。

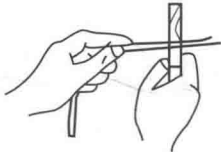
2) 使用及方法

电工钳是钳夹和剪切工具，由钳头和钳柄两部分组成，如图1-1所示。电工钳各个组成部分的作用见表1-1。

表 1-1 电工钳各个组成部分的作用

部 位	作 用	图 示
钳口	用来弯绞或钳夹导线线头	
齿口	用来紧固或起松螺母	
刀口	用来剪切导线或剥削软导线绝缘层	

续表

部 位	作 用	图 示
侧口	用来侧切电线线芯和钢丝、铅丝等较硬金属	

操作时，刀口朝向自己面部，以便于控制钳切部位，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。

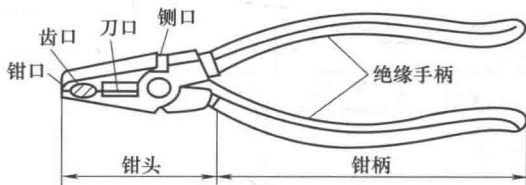


图 1-1 钢丝钳的结构

3) 使用注意事项

- ① 使用前检查其绝缘柄绝缘状况是否良好，若发现绝缘柄绝缘破损或潮湿，则不允许带电操作，以免发生触电事故。
- ② 用钢丝钳剪切带电导线时，必须单根进行，不得用刀口同时剪切相线和零线或者两根相线，否则会发生短路事故。
- ③ 不能用钳头代替手锤作为敲打工具，否则容易引起钳头变形。钳头的轴销应经常加机油润滑，保证其开闭灵活。
- ④ 严禁用钳子代替扳手紧固或拧松大螺母，否则会损坏螺栓、螺母等工件的棱角。
- ⑤ 带电操作时，手于钢丝钳的金属部分要保持 2cm 以上距离。剪断带电导线时，不得同时剪断零线和火线，或同时剪两根火线，应一根一根地剪。

(2) 尖嘴钳

1) 选用

尖嘴钳不带刃口者只能夹捏工件，带刃口者能剪切细小部件，它是电工（尤其是内线电工）装配及修理操作常用工具之一，如图 1-2 所示。

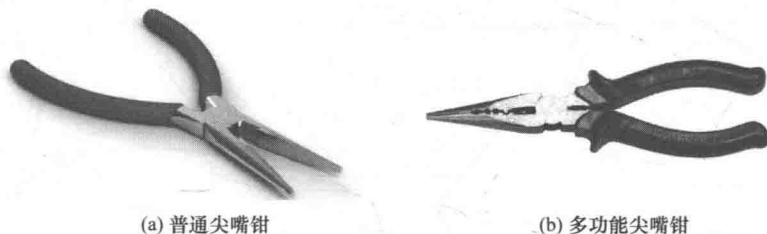


图 1-2 尖嘴钳

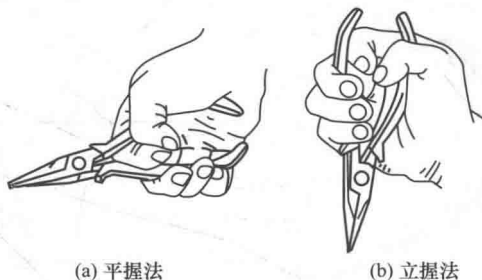
尖嘴钳的常用规格有 130mm、160mm、180mm 和 200mm 四种。
电工用尖嘴钳一般由 45 钢制作，类别为中碳钢，含碳量为 0.45%，韧性硬度都合适。
电工选用尖嘴钳时，应选用带有绝缘手柄的耐酸塑料套管，耐压为 500V 以上。

多功能电工尖嘴钳是普通尖嘴钳的改进,其主要零部件仍为上下钳口、钳轴和绝缘套,当上下钳口闭口后,自前向后将形成夹持口部、剥线口部、剪切口部和压线口部。

2) 使用及方法

尖嘴钳的头部尖细,主要用来剪切线径较细的单股与多股线,以及给单股导线接头弯圈、剥塑料绝缘层等,例如在狭小的空间夹持较小的螺钉、垫圈、导线及将单股导线接头弯圈、剖削塑料电线绝缘层,也可用来带电操作低压电气设备。

尖嘴钳的握法有平握法和立握法,如图 1-3 所示。

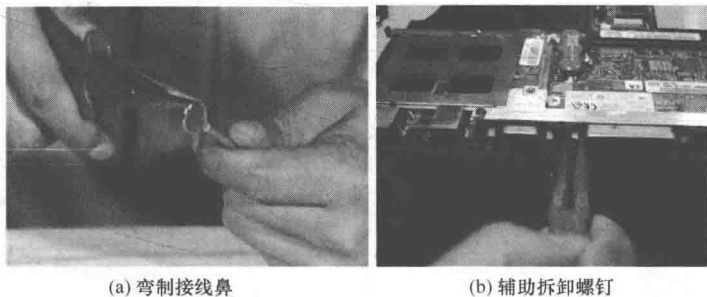


(a) 平握法

(b) 立握法

图 1-3 尖嘴钳的握法

尖嘴钳使用灵活方便,适用于电气仪器仪表制作或维修操作。在装接控制线路时,尖嘴钳能将单股导线弯成需要的各种形状。尖嘴钳的使用方法举例如图 1-4 所示。



(a) 弯制接线鼻

(b) 辅助拆卸螺钉

图 1-4 尖嘴钳使用方法举例

3) 使用注意事项

- ① 手离金属部分的距离应不小于 2cm。
- ② 注意防潮,钳轴要经常加油,以防止生锈。
- ③ 经常检查尖嘴钳的柄套是否完好,以防止触电。
- ④ 由于钳头比较尖细,且经过热处理,所以钳夹物体不可过大,用力时不要过猛,以防损坏钳头。

(3) 剥线钳

1) 选用

剥线钳为内线电工、电机修理、仪器仪表电工常用的工具之一。它适宜于塑料、橡胶绝缘电线、电缆芯线的剥皮。

剥线钳的规格有 140mm (适用于剥削直径为 0.6mm、1.2mm 和 1.7mm 的铝、铜线) 和 160mm (适用于剥削直径为 0.6mm、1.2mm、1.7mm 和 2.2mm 的铝、铜线)。

剥线钳的钳柄上套有额定工作电压为 500V 的绝缘套管。

2) 使用及方法

剥线钳由钳头和钳柄两部分组成,如图 1-5 所示。钳头部分由压线口和切口构成,分为 0.5~3mm 的多个直径切口,用于剥削不同规格的芯线。

使用剥线钳时,先将要剥削的绝缘层长度用标尺确定好,然后用右手握住钳柄,用左手将导线放入相应的刃口中,右手将钳柄握紧,导线的绝缘层即被割破拉开,自动弹出,如图 1-6 所示。

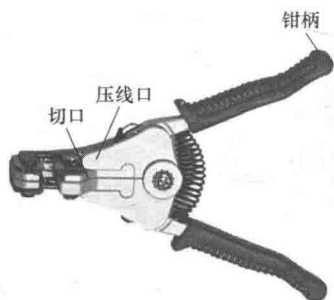


图 1-5 剥线钳的结构

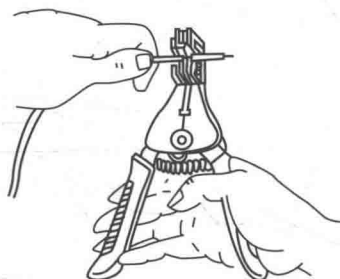


图 1-6 剥线钳的使用

3) 使用注意事项

使用剥线钳时,选择的切口直径必须大于线芯直径,即电线必须放在大于其芯线直径的切口上切剥,否则会切伤芯线。

剥线钳不能用于带电作业。

(4) 斜口钳

1) 选用

斜口钳主要用于剪切导线以及元器件多余的引线,还常用来代替一般剪刀剪切绝缘套管、尼龙扎线卡等,如图 1-7 所示。

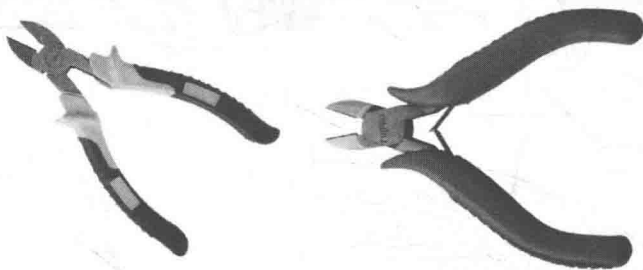


图 1-7 斜口钳

斜口钳常用规格有 130mm、160mm、180mm 和 200mm 四种。

2) 使用及方法

使用斜口钳时用右手操作。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。

斜口钳专用于剪断较粗的金属丝、线材及电线电缆等。

斜口钳的刀口可用来剖切软电线的橡皮或塑料绝缘层。钳子的刀口也可用来切剪电线、铁丝。剪 8 号镀锌铁丝时,应用刀刃绕表面来回割几下,然后只须轻轻一扳,铁丝即断。侧口也可以用来切断电线、钢丝等较硬的金属线。

3) 使用注意事项

- ① 斜口凹槽朝外，防止断线碰伤眼睛。
- ② 剪线时头应朝下，以免线头剪断时，伤及自身。
- ③ 不可以用来剪较粗或较硬的物体，以免伤及刀口。
- ④ 不可用于敲打物件。

大型的斜口钳可用来剪断较粗的钢丝、金属丝及电缆；小型的斜口钳小巧可随身携带，但是开口不是很大，钢火也不能和大型的比，所以使用时应避免用来剪断较粗的钢丝、金属丝及电缆导线。

1.1.2 活学活用试电笔

(1) 试电笔的选用

试电笔也称测电笔，简称电笔，是一种用来检验导线、电器和电气设备的金属外壳是否带电的电工工具。试电笔具有体积小、重量轻、携带方便、使用方法简单等优点，是电工必备的工具之一。

目前，常用的试电笔有钢笔式试电笔、螺丝刀（螺钉旋具）式试电笔和感应式试电笔等多种，如图 1-8 所示。

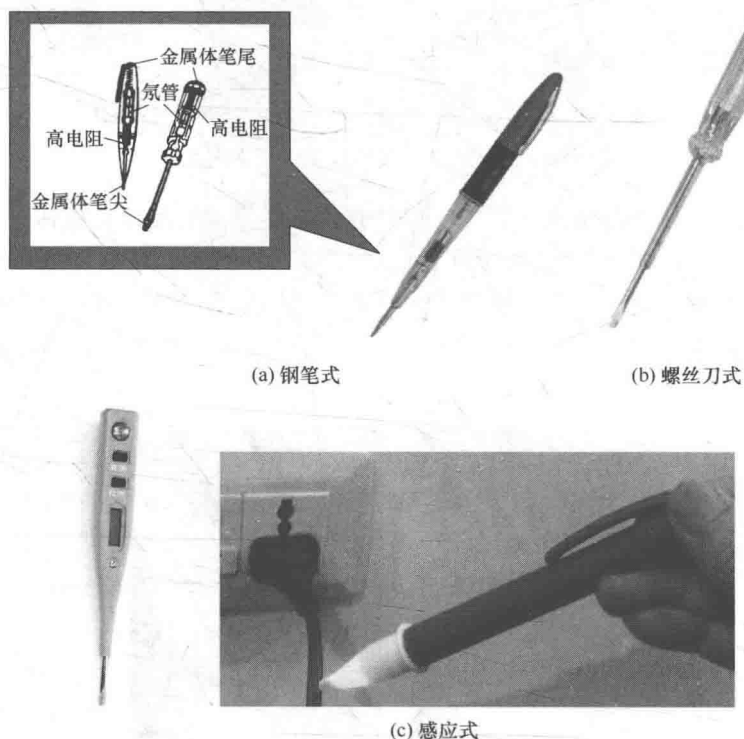


图 1-8 试电笔

① 钢笔式试电笔的外形为书写用的钢笔，最大的优点是因为它有一个挂鼻，所以便于使用者随时随地随身携带。

② 螺丝刀式试电笔的外形为一字螺丝刀，可以兼作试电笔和一字螺丝刀用。

③ 感应式试电笔采用感应式测试，无需物理接触，可检查控制线、导体和插座上的电

压或沿导线检查断路位置（特别适合于检查墙壁上暗敷设的导线），如图 1-9 所示。有的感应式试电笔还有听觉和视觉双重提示，因此极大地保障了操作者的人身安全。

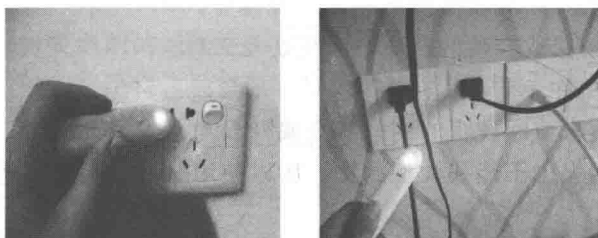


图 1-9 感应式试电笔应用示例

(2) 钢笔式和螺丝刀式试电笔的使用方法

试电笔的工作原理是被测带电体通过电笔、人体与大地之间形成的电位差超过 60V 以上时（其电位不论是交流还是直流），电笔中的氖气管在电场的作用下会发出红色光。

使用钢笔式和螺丝刀式试电笔时，人手接触电笔的部位一定要是试电笔的金属端盖或挂鼻，而绝对不是试电笔前端的金属部分，如图 1-10 所示。



图 1-10 钢笔式和螺丝刀式试电笔的握法

使用试电笔时，要让试电笔氖气管的小窗背光，以便看清它测出带电体带电时发出的红光，如图 1-11 所示。如果试电笔氖气管发光微弱，切不可就断定带电体电压不够高，也许是试电笔或带电体的测试点有污垢，也可能测试的是带电体的地线，这时必须擦干净测电笔或者重新选测试点。反复测试后，氖气管仍然不亮或者微亮，才能最后确定测试体确实不带电。

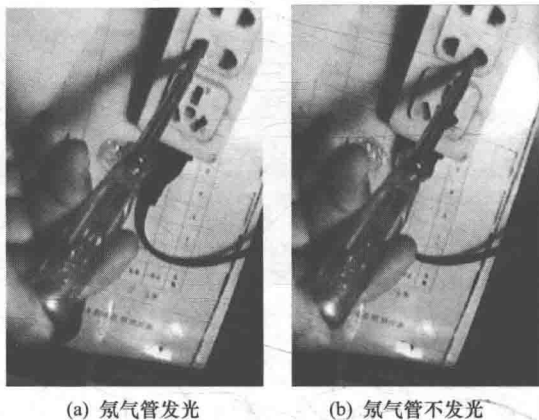


图 1-11 观察氖气管的发光情况

注意：普通低压试电笔的电压测量范围为 60~500V。低于 60V 时电笔的氖气管可能不会发光显示，高于 500V 的电压严禁用普通低压试电笔去测量，以免产生触电事故。

钢笔式和螺丝刀式试电笔除了可用来测量区分相线与中性线之外, 还具有一些特殊用途(辅助测量), 见表 1-2。

表 1-2 巧用试电笔

用途	操作说明
区别交、直流电源	当测试交流电时, 氖气管两个极会同时发亮; 而测试直流电时, 氖气管只有一个极发光, 把试电笔连接在正、负极之间, 发亮的一端为电源的负极, 不亮的一端为电源的正极
估计电压的高低	有经验的电工可凭借自己经常使用的试电笔氖管发光的强弱来估计电压的大约数值, 氖气管越亮, 说明电压越高
判断感应电	在同一电源上测量, 正常时氖气管发光, 用手触摸金属外壳会更亮, 而感应电发光弱, 用手触摸金属外壳时无反应
检查相线是否碰壳	用试电笔触及电气设备的壳体, 若氖管发光, 则有相线碰壳漏电的现象
作为零线监视器	把试电笔一头与零线相连接, 另一头与地线连接, 如果零线断路, 氖管即发亮
判断电气接触是否良好	测量时若氖管光源闪烁, 则表明为某线头松动、接触不良或电压不稳定

(3) 数显感应式试电笔的使用方法

① 交流验电: 手触直测钮, 用笔头测带电体, 有数字显示者为火线, 反之为零线, 如图 1-12 所示。



图 1-12 交流电测量

② 线外估测零火线及断点: 手触检测钮, 用笔头测带电体绝缘层, 有符号显示为火线, 反之为零线; 沿线移动符号消失处为导线的断点位置。

③ 自检: 手触直测钮, 另一手触笔头, 发光管亮者证明试电笔本身正常(以下测量均要用手触直测钮)。

④ 测电气设备的通断(不能带电测量): 手触被测设备一端, 测另一端, 亮者为设备通, 反之为断。

⑤ 测电池容量: 手触电池正极, 笔头测负极, 不亮者为电池有电, 亮者为无电。

⑥ 测电子元器件

a. 测小电容器: 手触电容器的一个极, 用试电笔测另一极, 闪亮一下为电容器正常, 对调位置测量, 同上。如均亮或均不亮, 证明电容器短路(或容量过大)或断路。

b. 测二极管: 手触二极管的一个极, 用试电笔测另一极, 亮者, 手触极为正极, 反之为负极。双向均亮或均不亮, 则二极管短路或断路。

c. 测三极管: 轮流用手触三极管的一个极, 分别测另两个极, 直至全亮时, 手触极为基极, 该三极管为 NPN 型。测某极, 手触另两个极亮者, 所测极为基极, 该三极管为

PNP 型。

在使用数显感应式试电笔时,如果试电笔自检失灵,要打开后盖检查电池是否正常或接触是否良好。

(4) 使用试电笔注意事项

① 使用试电笔之前,首先要检查电笔内有无安全电阻,然后直观检查试电笔是否损坏,有无受潮或进水现象,检查合格后才能使用。

② 在使用试电笔测量电气设备是否带电之前,要先将试电笔在已知有电源的部位试一试氖气泡是否能正常发光。能正常发光才能使用,如图 1-13 所示。



图 1-13 检查试电笔的好坏

③ 在明亮的光线下或阳光下测试带电体时,应当注意避光,以防光线太强不易观察到氖气泡是否发亮,造成误判。

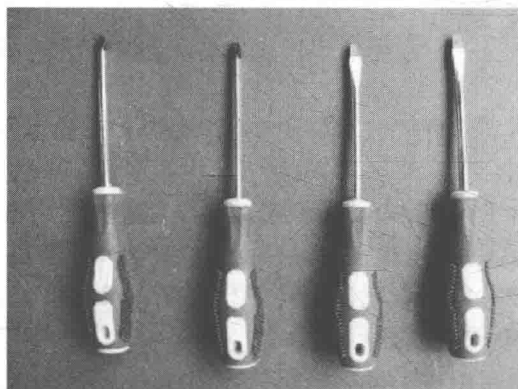
④ 大多数试电笔前面的金属探头都制成小螺丝刀形状,在它拧螺钉时,用力要轻,转矩不可过大,以防损坏。

⑤ 试电笔使用完毕,要保持试电笔清洁,并放置在干燥、防潮、防摔碰处。

1.1.3 活学活用螺丝刀

(1) 螺丝刀的选用

螺丝刀是一种用来拧转螺钉以迫使其就位的工具(京津冀晋和陕西方言称为“改锥”,安徽、河南和湖北等地称为“起子”,中西部地区称为“改刀”,长三角地区称为“旋凿”),通常有一个薄楔形头,可插入螺钉头的槽缝或凹口内。按其头部形状不同,可分为一字形和十字形两种,如图 1-14 所示。



由于螺钉有很多种,其长度和粗度均不同,电工需要准备多支不同规格的螺丝刀

图 1-14 螺丝刀