

D IANGONG SHANGGANG PEIXUN DUBEN
电工上岗培训读本

电工技能

DIANGONG JINENG

邱勇进 主编



 化学工业出版社

电工上岗培训读本

电工技能

DIANGONG JINENG

邱勇进 主编

韩文翀 宋兆霞 冷泰启 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/邱勇进主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 1

电工上岗培训读本

ISBN 978-7-122-28754-0

I. ①电… II. ①邱… III. ①电工技术 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 314887 号

责任编辑: 高墨荣

文字编辑: 孙凤英

责任校对: 王 静

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 装: 高教社 (天津) 印务有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 330 千字 2017 年 3 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

编写人员名单

邱勇进	高华宪	邱淑芹	李淳惠	刘佳花	邱美娜	姚 彬
陈莲莲	孔 杰	邱伟杰	韩文翀	郝 明	宋兆霞	于 贝
冷泰启	孙晓峰	高宿兰	侯丽萍	丁佃栋	王根生	刘 丛

电的应用不仅影响到国民经济的方方面面，也越来越广泛地渗透到人们生活的各个层面。在某种程度上，电气化已成为现代化不可或缺的重要组成部分之一，电气化程度也成为衡量社会发展水平的一个重要标志。做一名合格的电工，学到一技之长，是许多电工人员的迫切愿望。

为了帮助广大从事电气工作的技术人员掌握更多电气方面的知识 with 技能，我们组织编写了“电工上岗培训读本”系列，包括《电工基础》、《电工技能》、《电工识图》、《电工线路安装与调试》、《电子元器件及应用电路》、《维修电工》共 6 本。本套丛书试图从读者的兴趣和认知规律出发，一步一步地、手把手地引领初学者学习电工职业所必须掌握的基础知识和基本技能，学会操作使用基本的电气工具、仪表和设备。本套丛书编写时力图体现以下特点：

① 在内容编排上，立足于初学者的实际需要，旨在帮助读者快速提高职业技能，结合职业技能鉴定和职业院校双证书的需求，精简整合理论课程，注重实训教学，强化上岗前培训。

② 教材内容统筹规划，合理安排知识点、技能点，避免重复。内容突出基础知识与基本操作技能，强调实用性，注重实践，轻松直观入门。力求使读者阅读后，能很快应用到实际工作当中，从而达到花最少的时间，学最实用的技术的目的。

③ 突出职业技能培训特色，注重内容的实用性，强调动手实践能力的培养。让读者在掌握电工技能的同时，在技能训练过程中加深对专业知识、技能的理解和应用，培养读者的综合职业能力。

④ 突出了实用性和可操作性，编写中突出了工艺要领与操作技能，注意新技术、新知识、新工艺和新标准的传授。并配有知识拓展训练，具有很强的实用性和针对性，加深了对知识的学习和巩固。

本书为《电工技能》分册。全书共 11 章，本书内容包括常用电工工具的使用、常用电工仪表的使用、电工基本操作技能、照明电气设备的安装、变压器的使用与维修、常用低压电器的使用、三相异步电动机的使用、电工实践电路、机床控制电气线路的识别与维修、变频器和 PLC 使用、电工安全常识。本书内容新颖、丰富，既有电工基本知识，又有具体操作技能，通过技能训练让读者在实践中培养操作技能。

本书由邱勇进任主编，韩文翀、宋兆霞、冷泰启任副主编。编者对关心本书出版、

热心提出建议和提供资料的单位和个人在此一并表示衷心的感谢。

本书适合于维修电工初学者及其他电工从业人员阅读；同时，也可作为大中专、高职院校和各种短期培训班以及农民工、再就业工程培训的教材或教学参考书。

由于水平有限，书中难免会有不妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

第1章 常用电工工具的使用**1**

1.1 验电笔的使用	1
1.2 螺丝刀的使用	2
1.3 电工钳的使用	3
1.3.1 钢丝钳	3
1.3.2 尖嘴钳	4
1.3.3 斜口钳	5
1.4 剥线钳的使用	5
1.5 扳手的使用	6
1.6 电烙铁的使用	7
1.7 电工刀的使用	8
技能训练 电工工具的使用	8
思考与练习	9

第2章 常用电工仪表的使用**11**

2.1 指针式万用表的使用	11
2.1.1 MF-47 型万用表结构	11
2.1.2 MF-47 型万用表使用	12
2.1.3 MF-47 型万用表维护	15
2.1.4 万用表使用注意事项	16
2.2 数字式万用表的使用	17
2.2.1 VC9805A 型万用表结构	17
2.2.2 VC9805A 型万用表使用	18
2.2.3 万用表使用注意事项	20
2.3 钳形表的使用	20
2.3.1 钳形电流表的组成与性能指标	20
2.3.2 钳形电流表的操作方法	22
2.3.3 钳形电流表的应用实例	25
2.4 兆欧表的使用	25
2.4.1 兆欧表的组成与性能指标	25
2.4.2 兆欧表的操作方法	27
2.4.3 兆欧表的应用实例	29
技能训练 兆欧表的操作使用	29

思考与练习	30
-------------	----

第3章 电工基本操作技能

32

3.1 导线绝缘层的剖削	32
3.2 铜芯导线的连接	34
3.3 铝芯导线的连接	36
3.4 线头与接线端子的连接	37
3.5 导线的封端和绝缘层的恢复	39
技能训练 导线绝缘层的剖削及连接	40
思考与练习	40

第4章 照明电气设备的安装

42

4.1 照明开关	42
4.2 常用插座	44
4.3 白炽灯	45
4.4 自镇流荧光高压汞灯	46
4.5 日光灯	46
4.6 单相照明闸刀开关	48
4.7 瓷插式熔断器	49
4.8 单相电度表选用	51
4.9 一室一厅配电线路	53
4.10 两室一厅居室电源布线分配线路	54
4.11 照明进户配电箱线路	55
4.12 两地控制一盏灯的安装应用举例	55
4.13 白炽灯故障检修	56
4.14 日光灯故障检修	59
技能训练 室内照明线路安装	62
思考与练习	63

第5章 变压器的使用与维修

64

5.1 变压器的结构与选用	64
5.2 变压器的故障检修	65
5.3 小型变压器的重绕制作	67
技能训练 小型变压器的制作与检测	69
思考与练习	71

第6章 常用低压电器的使用

72

6.1 闸刀开关的选用和检测	72
6.2 组合开关的选用和检测	74
6.3 熔断器的选用和检测	75

6.4	低压断路器的选用和检测	77
6.5	交流接触器的选用和检测	79
6.6	热继电器的选用和检测	83
6.7	中间继电器的选用和检测	86
6.8	时间继电器的选用和检测	88
6.9	速度继电器的选用和检测	91
6.10	按钮的选用和检测	93
6.11	行程开关的选用和检测	95
	技能训练 交流接触器的拆装与检修	97
	思考与练习	98

第7章 三相异步电动机的使用

100

7.1	三相异步电动机结构与原理	100
7.2	三相异步电动机的拆卸与装配	104
7.3	三相异步电动机的运行与维护	108
7.4	三相异步电动机常见故障检修	112
	技能训练 三相异步电动机的检测	116
	思考与练习	118

第8章 电工实践电路

119

8.1	点动控制电路	119
8.2	单向连续运转控制电路	120
8.3	单向点动与连续运转混合控制电路	121
8.4	顺序控制电路	121
8.5	多地控制电路	123
8.6	接触器联锁的正、反转控制电路	124
8.7	按钮互锁的正、反转控制电路	125
8.8	按钮、接触器复合联锁正、反转控制电路	125
8.9	自动往返控制电路	126
8.10	带限位保护的自动往返控制电路	128
8.11	接触器降压启动控制电路	129
8.12	时间继电器降压启动控制电路	130
8.13	按钮控制的 Y- Δ 形降压启动电路	131
8.14	时间继电器控制的 Y- Δ 降压启动电路	132
8.15	电动机制动控制电路	133
	技能训练 电动机正反转控制电路	136
	思考与练习	137

第9章 机床控制电气线路的识别与维修

138

9.1	车床电气控制线路的分析与检修	138
-----	----------------------	-----

9.1.1	CA6140 型卧式车床结构	138
9.1.2	CA6140 型卧式车床原理分析	138
9.1.3	CA6140 型车床常见电气故障的检修	140
9.1.4	电气设备常见故障的检修方法	140
9.1.5	CA6140 型车床电气控制线路的安装与调试	143
9.1.6	CA6140 型车床电气控制线路的检修	144
9.2	万能铣床电气控制线路的分析与检修	146
9.2.1	万能铣床的主要结构	146
9.2.2	X62W 万能铣床电力拖动的特点及控制要求	147
9.2.3	X62W 万能铣床电气控制线路分析	147
9.2.4	铣床电气线路常见故障分析与检修	150
9.2.5	X62W 万能铣床电气检修	151
9.3	摇臂钻床电气控制线路的分析与检修	152
9.3.1	Z35 型摇臂钻床的结构	152
9.3.2	电力拖动特点及控制要求	153
9.3.3	Z35 型摇臂钻床的工作原理	153
9.3.4	Z35 型摇臂钻床常见故障	156
9.3.5	摇臂钻床电气控制线路的安装与调试	158
9.3.6	Z35 型摇臂钻床电气控制线路的故障检修	159
9.3.7	摇臂钻床电气控制线路常见故障分析与检修	160
9.4	磨床电气控制线路的分析与检修	161
9.4.1	M7130 型平面磨床的结构	161
9.4.2	M7130 型平面磨床的工作原理	161
9.4.3	M7130 型平面磨床的检修	163
9.4.4	M7130 型平面磨床的安装与调试	163
技能训练	CA6140 车床电气控制电路的安装与调试	165
思考与练习		166

第 10 章 变频器和 PLC 使用

168

10.1	变频器的安装	168
10.2	变频器的使用	169
10.3	变频器的电气控制线路	170
10.4	变频器的常见故障及检修方法	173
10.5	软启动器的电气控制线路	175
10.6	PLC 的组成结构	177
10.6.1	PLC 的硬件结构	177
10.6.2	PLC 的软件结构	181
10.7	PLC 的安装	182
10.7.1	PLC 的安装环境要求	182
10.7.2	PLC 的安装	183

10.8 PLC 的使用与维护	185
10.8.1 PLC 的使用	185
10.8.2 PLC 的日常维护	187
技能训练 交通路口信号灯控制程序设计与调试	187
思考与练习	194

第11章 电工安全常识	195
--------------------	------------

11.1 触电的安全防护	195
11.2 触电事故的断电及急救操作	199
11.3 电工安全操作规程的认识	201
技能训练 触电急救	204
思考与练习	205

参考文献	206
-------------	------------

常用电工工具的使用

电工常用工具是指专业电工都要使用到的常用工具，包括验电笔、螺丝刀（螺钉旋具）、钢丝钳、尖嘴钳、斜口钳、剥线钳、活络扳手、电烙铁、电工刀等。常用的电工工具一般是装在工具包或工具箱中的，便于随身携带。

1.1 验电笔的使用

验电笔是电工常用的一种辅助安全用具，用于检查 500V 以下导体或各种用电设备的外壳是否带电，操作简便，可随身携带。

(1) 结构

验电笔常做成钢笔式结构，有的也做成小型螺钉旋具结构。氖管式验电笔由笔尖的金属体、电阻、氖管、弹簧、笔尾的金属体等构成。测电笔的测试范围多为 60~500V。其外形与结构如图 1-1 所示。

数显式验电笔由笔尖、笔身、指示灯、电压显示屏、电压感应检测按钮、电压直接检测按钮、电池等组成，其结构如图 1-2 所示。该新型测电笔适用于直接检测 12~250V 的交、直流电压，和间接检测交流电的零线、相线和断点，还可测量不带电导体的通断。

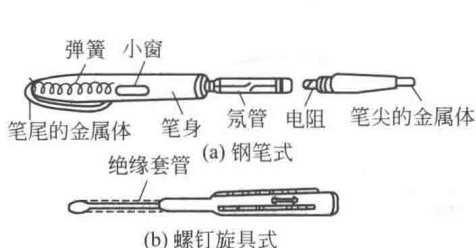


图 1-1 低压验电笔



图 1-2 数显验电笔

(2) 钢笔式和螺钉旋具式验电笔的使用方法

使用钢笔式和螺钉旋具式验电笔时，按图 1-3 所示的正确方法握好测电笔，以食指触及笔尾的金属体，笔尖触及被测物体，使氖管小窗体背光朝向测试者。

如图 1-4 所示，使用验电笔测带电物体时，电流经带电体、电笔、人体到大地构成通电回路。只要带电体与大地之间的电位差超过 60V，电笔中的氖管就发光，电压高则发光强，电压低则发光弱。

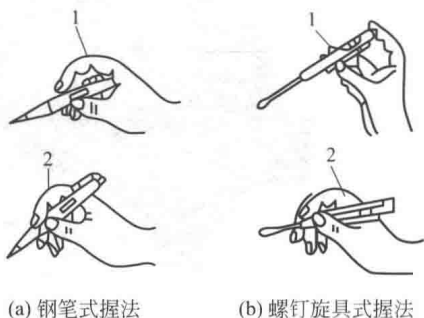


图 1-3 验电笔的使用方法

1—正确握法；2—错误握法

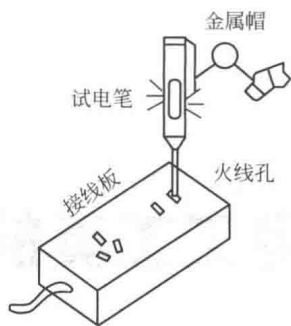


图 1-4 观察氖气管的发光情况

(3) 数字显示式验电笔的使用方法

用数字显示式测电笔验电，其握笔方法与氖管指示式验电笔相同，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 1-5 所示。带电体与大地间的电位差在 2~500V 之间时，电笔都能显示出来。由此可见，使用数字式测电笔，除了能知道线路或电气设备是否带电以外，还能够知道带电体电压的具体数值。

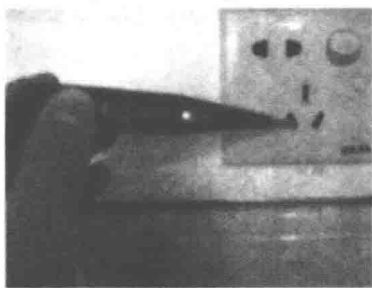


图 1-5 交流电测量

(4) 使用注意事项

- ① 使用验电笔以前应先检查测电笔内是否有安全电阻，然后检查测电笔是否损坏，有无受潮或有水现象。检查合格后方可使用。
- ② 一般用右手握住电笔，左手背在背后。
- ③ 人体的任何部位切勿触及与笔尖相连的金属部分。
- ④ 防止笔尖同时搭在两根电线上。
- ⑤ 验电前，先将电笔放在确实有电处试测，只有氖管发光，才可使用。
- ⑥ 在明亮光线下不易看清氖管是否发光，应注意避光。

1.2 螺丝刀的使用

(1) 选用

螺丝刀是一种紧固和拆卸螺钉的工具，习惯称为起子。按其头部形状不同，可分为一字形和十字形两种，如图 1-6 所示。

电工不可使用金属直通柄的螺丝刀，因此按握柄材料的不同，螺丝刀又可分为塑料柄和木柄两类。市场上有一些螺丝刀为了使用方便，在其刀体顶端加有磁性。现在流行一种组合螺丝刀工具，如图 1-7 所示，可根据需要进行选用。

(2) 使用方法

螺丝刀有两种握法，如图 1-8 所示。使用螺丝刀时，应将螺丝刀头部放至螺钉槽口中，并用力推压螺钉，平稳旋转旋具，特别要注意用力均匀，不要在槽口中蹭动，以免磨毛槽口。

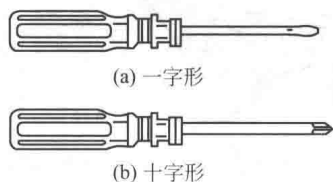


图 1-6 螺丝刀

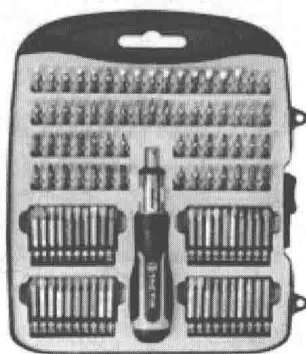


图 1-7 组合螺丝刀工具

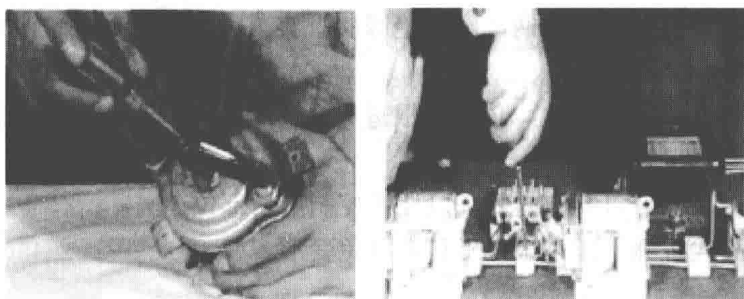


图 1-8 螺丝刀的两端握法

(3) 使用注意事项

- ① 应根据螺钉的规格选用不同规格的螺丝刀。
- ② 不要把螺丝刀当做錾子使用，以免损坏螺丝刀。
- ③ 电工带电作业时，最好是使用塑料柄或木柄的螺丝刀，且应注意检查绝缘手柄是否完好。绝缘手柄已经损坏的螺丝刀不能用于带电作业。

1.3 电工钳的使用

1.3.1 钢丝钳

(1) 选用

市场上钢丝钳一般可分为中档和高档两个档次，这两种档次的钢丝钳在价格上相差比较大。钢丝钳的常用规格有 150mm、175mm、200mm 及 250mm 等多种规格，可根据内线或外线工种需要进行选购。

电工所用的钢丝钳，在钳柄应套有耐压为 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) 使用方法

钢丝钳是钳夹和剪切常用的钳类工具，其外形结构如图 1-9 所示。它由钳头和钳柄组成，其中钳头包括钳口、齿口、刀口、侧口四部分；钳柄上装有绝缘套。

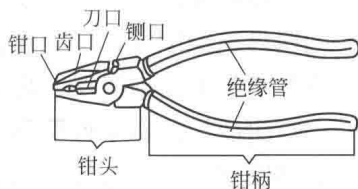


图 1-9 钢丝钳

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。

钢丝钳的使用方法如图 1-10 所示,用齿口旋动螺丝螺母,用刀口剪导线、起铁钉或剥导线绝缘层等,用铡口铡断较硬的金属材料。

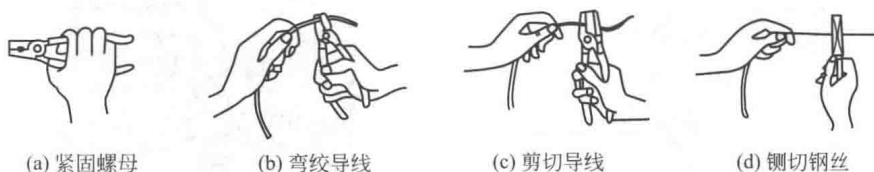


图 1-10 钢丝钳的使用方法

(3) 使用注意事项

① 使用前,必须检查其绝缘柄,确定绝缘状况良好,否则不得带电操作,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,以免造成短路事故。

③ 使用钢丝钳时要刀口朝向内侧,以便于控制剪切部位。

④ 不能用钳头代替锤子作为敲打工具,以免变形。

1.3.2 尖嘴钳

(1) 选用

尖嘴钳不带刃口者只能进行夹捏工作,带刃口者能剪切细小部件,它是电工装配及修理操作常用工具之一。尖嘴钳由钳口、刀口和钳柄组成,如图 1-11 所示。

尖嘴钳按手柄分裸柄和绝缘柄两种,电工应用绝缘柄尖嘴钳,其耐压为 500V 以上。尖嘴钳的常用规格有 130mm、160mm、180mm 和 200mm 四种。

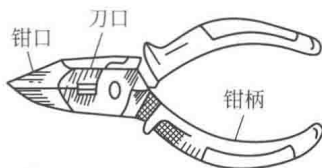


图 1-11 尖嘴钳

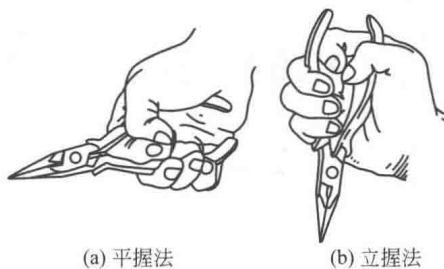


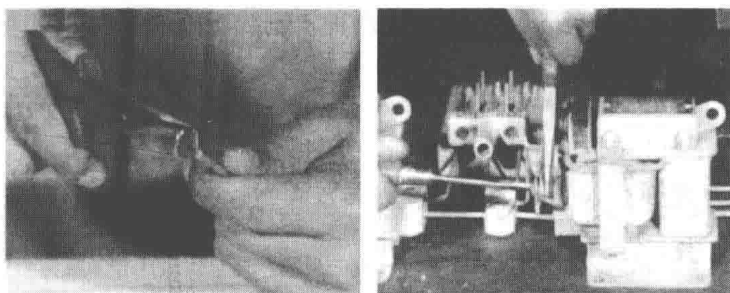
图 1-12 尖嘴钳的握法

(2) 使用方法

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两种,如图 1-12 所示。

尖嘴钳使用灵活方便,既适用于电气仪器仪表制作或维修操作,又可以作为家庭日常修理工具来使用。其使用方法举例如图 1-13 所示。



(a) 制作接线鼻

(b) 辅助拆卸螺钉

图 1-13 尖嘴钳使用方法举例

(3) 使用注意事项

- ① 为确保使用者的人身安全, 严禁使用塑料套破损、开裂的尖嘴钳带电操作。
- ② 不允许用尖嘴钳装拆螺母、敲击他物。
- ③ 不宜在 80°C 以上的环境中使用尖嘴钳, 以防止塑料套柄熔化或老化。
- ④ 为防止尖嘴钳端头断裂, 不宜用它夹持较硬、较粗的金属导线及其他硬物。
- ⑤ 尖嘴钳的头部是经过淬火处理的, 不要在锡锅或高温的地方使用, 以保持钳头部分的硬度。

1.3.3 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 1-14 所示。

斜口钳按手柄分铁柄、管柄和绝缘柄三种, 电工应用绝缘柄断线钳, 其耐压为 1000V 以上, 斜口钳的常用规格有 100mm 、 125mm 、 150mm 和 175mm 等几种规格。

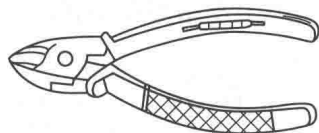


图 1-14 斜口钳

(2) 使用方法

使用斜口钳时用右手操作。将钳口朝向内侧, 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, 这样能灵活地分开钳柄。

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胶或塑料绝缘层。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, 然后只需轻轻一扳, 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, 伤及本身。
- ③ 不可以用来剪较粗或较硬的物体, 以免伤及刀口。
- ④ 不可用于捶打物件。

1.4 剥线钳的使用

(1) 选用

剥线钳是剥削小直径导线接头绝缘层的专用工具。剥线钳手柄是绝缘的, 耐压为 500V ,

规格有 130mm、160mm、180mm 和 200mm 四种。剥线钳外形结构如图 1-15 所示。

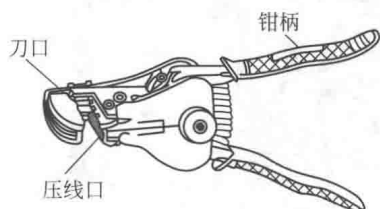


图 1-15 剥线钳

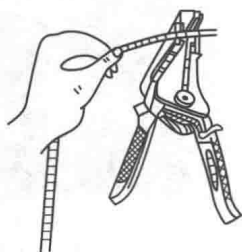


图 1-16 剥线钳的使用方法

(2) 使用方法

使用时，将要剥削的导线绝缘层长度用标尺定好，右手握住钳柄，用左手将导线放入相应的刀口槽中（比导线直径稍大，以免损伤导线），用右手将钳柄向内一握，导线的绝缘层即被割破拉开自动弹出，如图 1-16 所示。

(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线芯直径的切口上切剥，否则会切伤芯线。

1.5 扳手的使用

(1) 选用

电工常用的扳手有活络扳手、呆扳手和套筒扳手，这些都是用于紧固和拆卸螺母的工具。

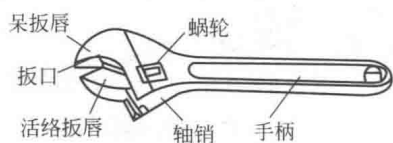


图 1-17 活络扳手的结构

电工最常用的是活络扳手，活络扳手由活络扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮、轴销和手柄构成，其结构如图 1-17 所示，它的扳口大小可以调节。常用活扳手的规格有 200mm、250mm、300mm 三种，使用时应根据螺母的大小选配。

电工还经常用到呆扳手（亦叫开口扳手），它有单头和双头两种，其开口与螺钉头、螺母尺寸相适应，并根据标准尺寸做成一套，以便于根据需要选用，如图 1-18 所示。

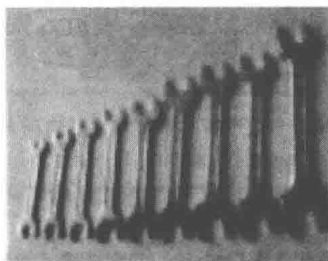


图 1-18 呆扳手

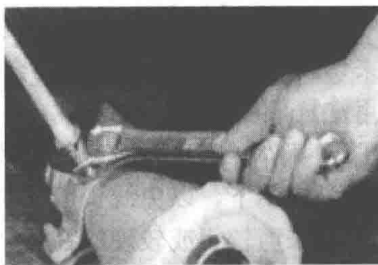


图 1-19 活络扳手的使用

(2) 使用方法

① 使用时，右手握手柄。手越靠后，扳动起来越省力，如图 1-19 所示。

② 扳动小螺母时，因需要不断地转动蜗轮，调节扳口的大小，所以手要握在靠近呆扳唇处，并用大拇指调节蜗轮，以适应螺母的大小。