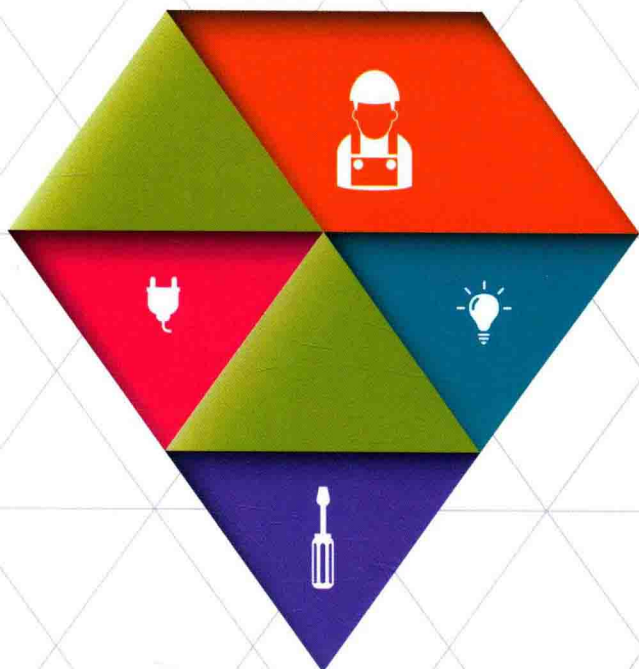


Technology  
实用技术

新版

# 学电工就这么简单



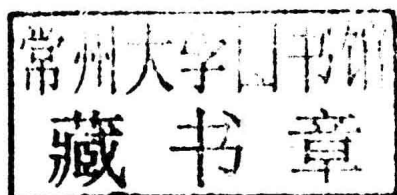
黄海平 黄鑫 © 编著



科学出版社

# 新版学电工就这么简单

黄海平 黄鑫 编著



科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书从电工初学者的角度出发,详细介绍了成为一名合格电工需要掌握的基本知识和技能,包括电工常用工具及仪表、电工基本操作技能、低压电器、照明控制及安装接线、电动机、电能表应用、常用温控仪控温接线、电容补偿器应用、电动机实用控制电路等。

本书内容实用性强,结构合理,语言简洁易懂,配图丰富清晰,是一本不可多得的电工入门指导书。

本书适合各大、中型院校电工、电子及相关专业师生参考阅读,也适合作为电工从业人员、电工技术人员的技术参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

新版学电工就这么简单/黄海平,黄鑫 编著. —北京:  
科学出版社,2016.5

ISBN 978-7-03-047950-1

I. 新… II. ①黄… ②黄… III. 电工技术-基本知识 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 061197 号

责任编辑:孙力维 杨 凯 / 责任制作:魏 谨

责任印制:赵 博 / 封面设计:庞 娜

北京东方科龙图文有限公司 制作

<http://www.okbook.com.cn>

科 学 出 版 社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

新科印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2016 年 5 月第 一 版 开本:890×1240 1/32

2016 年 5 月第一次印刷 印张:11 1/2

印数:1—4 000 字数:350 000

定 价:44.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

# 前言

学好电工这门手艺,其实并不难,如果有一本内容实用、适合初学者的学习教材,再通过动手实践,一定能成为一名好电工。为此,笔者精心编写了《新版学电工就这么简单》一书,我相信通过认真学习本书,一定会帮助想成为电工的人员掌握电工必备基础知识,解决很多工作中遇到的技术难题。

本书内容丰富、图文并茂,集电工基础、操作技能、器件选择、实用电路、电路布线、电路接线、电路调试及维修之大成,是一本不可多得的电工书。

本书共分为9章,内容包括电工常用工具及仪表、电工基本操作技能、低压电器、照明控制及安装接线、电动机、电能表应用、常用温控仪控温接线、电容补偿器应用、电动机实用控制电路。

本书由黄海平担任主编,参加编写的还有黄鑫、李志平、李燕、李雅茜、李结、李茶福、黄海静、苏文广、凌玉泉、高惠瑾、朱雷雷、王义政、凌黎、谭应林、刘守真、刘彦爱、于晓卫等同志,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中可能存在不妥之处,望广大读者批评指正。

黄海平

2016年1月于山东威海福德花园

# 目 录

|              |                  |           |
|--------------|------------------|-----------|
| <b>第 1 章</b> | <b>电工常用工具及仪表</b> | <b>1</b>  |
| 1.1          | 拆装工具             | 1         |
| 1.2          | 低压验电笔            | 6         |
| 1.3          | 电烙铁              | 7         |
| 1.4          | 电 锤              | 10        |
| 1.5          | 冲击钻              | 11        |
| 1.6          | 万用表              | 12        |
| 1.7          | 钳形电流表            | 20        |
| 1.8          | 兆欧表              | 23        |
| <b>第 2 章</b> | <b>电工基本操作技能</b>  | <b>29</b> |
| 2.1          | 导线绝缘层的剖削         | 29        |
| 2.2          | 导线的连接            | 31        |
| 2.3          | 导线绝缘层的恢复         | 40        |
| 2.4          | 常见电线载流量          | 42        |
| <b>第 3 章</b> | <b>低压电器</b>      | <b>45</b> |
| 3.1          | 组合开关             | 45        |
| 3.2          | 低压断路器            | 47        |
| 3.3          | 低压熔断器            | 53        |
| 3.4          | 交流接触器            | 60        |
| 3.5          | 时间继电器            | 68        |
| 3.6          | 中间继电器            | 71        |
| 3.7          | 速度继电器            | 73        |

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 3.8  | 热继电器 .....             | 74  |
| 3.9  | 按钮开关 .....             | 79  |
| 3.10 | 行程开关 .....             | 82  |
| 3.11 | 星-三角启动器 .....          | 84  |
| 3.12 | 自耦减压启动器 .....          | 86  |
| 3.13 | 磁力启动器 .....            | 90  |
| 3.14 | 凸轮控制器 .....            | 92  |
| 3.15 | 电磁调速控制器 .....          | 94  |
| 3.16 | JZF 系列正反转自动控制器 .....   | 98  |
| 3.17 | KG316T 系列微电脑时控开关 ..... | 101 |

## 第 4 章 照明控制及安装接线 ..... 107

|      |                              |     |
|------|------------------------------|-----|
| 4.1  | 楼房走廊照明灯自动延时关灯 .....          | 107 |
| 4.2  | 日光灯常见接线方法 .....              | 108 |
| 4.3  | 金属卤化物灯接线 .....               | 114 |
| 4.4  | 延长冷库照明灯泡寿命电路 .....           | 115 |
| 4.5  | SGK 声光控开关应用 .....            | 116 |
| 4.6  | 实用的可控硅调光电路 .....             | 118 |
| 4.7  | 用双向可控硅控制照明灯延时关灯 .....        | 120 |
| 4.8  | 楼梯照明灯控制电路 .....              | 121 |
| 4.9  | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(一) .....     | 123 |
| 4.10 | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(二) .....     | 124 |
| 4.11 | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(三) .....     | 125 |
| 4.12 | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(四) .....     | 126 |
| 4.13 | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(五) .....     | 126 |
| 4.14 | 两只双联开关两地控制一盏灯电路(六) .....     | 127 |
| 4.15 | 三地控制一盏灯电路 .....              | 128 |
| 4.16 | 四地控制一盏灯电路 .....              | 129 |
| 4.17 | 六地控制一盏灯电路 .....              | 130 |
| 4.18 | 用得电延时时间继电器控制延时关灯电路 .....     | 134 |
| 4.19 | 用数码分段开关对电灯进行控制 .....         | 135 |
| 4.20 | 用 JT-801 电子数码开关对电灯进行控制 ..... | 136 |

|                                 |                |
|---------------------------------|----------------|
| <b>第 5 章 电动机</b>                | <b>137</b>     |
| 5.1 常见电动机的种类                    | 137            |
| 5.2 电动机的铭牌                      | 146            |
| 5.3 电动机的选择                      | 150            |
| 5.4 电动机的安装                      | 152            |
| 5.5 电动机的接线和电动机定子绕组首、尾端的判别       | 158            |
| 5.6 电动机的运行和维护                   | 162            |
| 5.7 电动机的拆卸和装配                   | 166            |
| 5.8 三相电动机常见故障的检查                | 172            |
| 5.9 电动机技术数据                     | 176            |
| <br><b>第 6 章 电能表应用</b>          | <br><b>189</b> |
| 6.1 DD862 型单相电能表(直接接入式)应用接线     | 189            |
| 6.2 DD862 型单相电能表(电流互感器接入式)应用接线  | 189            |
| 6.3 DS862 型三相三线有功电能表应用接线(一)     | 190            |
| 6.4 DS862 型三相三线有功电能表应用接线(二)     | 190            |
| 6.5 DS862 型三相三线有功电能表应用接线(三)     | 191            |
| 6.6 DT862 型三相四线有功电能表应用接线(一)     | 191            |
| 6.7 DT862 型三相四线有功电能表应用接线(二)     | 192            |
| 6.8 DT862 型三相四线有功电能表应用接线(三)     | 192            |
| 6.9 DX863 型三相三线无功电能表应用接线(一)     | 193            |
| 6.10 DX863 型三相三线无功电能表应用接线(二)    | 194            |
| 6.11 DX864 型三相四线无功电能表应用接线(一)    | 194            |
| 6.12 DX864 型三相四线无功电能表应用接线(二)    | 195            |
| 6.13 DX864 型三相四线无功电能表应用接线(三)    | 195            |
| 6.14 DDS607 型单相电子式电能表应用接线(一)    | 196            |
| 6.15 DDS607 型单相电子式电能表应用接线(二)    | 196            |
| 6.16 DDS607 型单相电子式电能表应用接线(三)    | 197            |
| 6.17 DDS607 型单相电子式电能表应用接线(四)    | 197            |
| 6.18 DDSI607 型单相电子式载波电能表应用接线    | 198            |
| 6.19 DDSIF607 单相电子式载波多费率电能表应用接线 | 198            |
| 6.20 DDSY607 型单相电子式预付费电能表应用接线   | 199            |

|      |                                         |     |
|------|-----------------------------------------|-----|
| 6.21 | DSS607 型三相三线电子式电能表应用接线(一) .....         | 199 |
| 6.22 | DSS607 型三相三线电子式电能表应用接线(二) .....         | 199 |
| 6.23 | DSS607 型三相三线电子式电能表应用接线(三) .....         | 200 |
| 6.24 | DSSD607 型三相三线电子式多功能电能表<br>应用接线(一) ..... | 201 |
| 6.25 | DSSD607 型三相三线电子式多功能电能表<br>应用接线(二) ..... | 201 |
| 6.26 | DTSD607 型三相四线电子式多功能电能表<br>应用接线 .....    | 202 |
| 6.27 | DSSF607 型三相三线电子式多费率电能表<br>应用接线(一) ..... | 203 |
| 6.28 | DSSF607 型三相三线电子式多费率电能表<br>应用接线(二) ..... | 203 |
| 6.29 | DSSF607 型三相三线电子式多费率电能表<br>应用接线(三) ..... | 204 |
| 6.30 | DSSY607 型三相三线电子式预付费电能表<br>应用接线(一) ..... | 204 |
| 6.31 | DSSY607 型三相三线电子式预付费电能表<br>应用接线(二) ..... | 205 |
| 6.32 | DSSY607 型三相三线电子式预付费电能表<br>应用接线(三) ..... | 206 |
| 6.33 | DTS607 型三相四线电子式电能表应用接线(一) .....         | 206 |
| 6.34 | DTS607 型三相四线电子式电能表应用接线(二) .....         | 207 |
| 6.35 | DTS607 型三相四线电子式电能表应用接线(三) .....         | 207 |
| 6.36 | DTSD607 型三相四线电子式多功能电能表<br>应用接线(一) ..... | 208 |
| 6.37 | DTSD607 型三相四线电子式多功能电能表<br>应用接线(二) ..... | 209 |
| 6.38 | DTSF607 型三相四线电子式多费率电能表<br>应用接线(一) ..... | 209 |
| 6.39 | DTSF607 型三相四线电子式多费率电能表<br>应用接线(二) ..... | 210 |
| 6.40 | DTSY607 型三相四线电子式预付费电能表                  |     |

|                                |            |
|--------------------------------|------------|
| 接线(一)                          | 210        |
| 6.41 DTSY607 型三相四线电子式预付费电能表    |            |
| 接线(二)                          | 211        |
| 6.42 DTSY607 型三相四线电子式预付费电能表    |            |
| 接线(三)                          | 212        |
| 6.43 DXS607-3 型三相三线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(一)                        | 212        |
| 6.44 DXS607-3 型三相三线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(二)                        | 213        |
| 6.45 DXS607-3 型三相三线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(三)                        | 213        |
| 6.46 DXS607-4 型三相四线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(一)                        | 214        |
| 6.47 DXS607-4 型三相四线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(二)                        | 214        |
| 6.48 DXS607-4 型三相四线电子式无功电能表    |            |
| 应用接线(三)                        | 215        |
| 6.49 DTSIF607 型三相四线电子式载波多费率电能表 |            |
| 应用接线(一)                        | 216        |
| 6.50 DTSIF607 型三相四线电子式载波多费率电能表 |            |
| 应用接线(二)                        | 216        |
| <b>第 7 章 常用温控仪控温接线</b>         | <b>217</b> |
| 7.1 常用温控仪控温接线(一)               | 217        |
| 7.2 常用温控仪控温接线(二)               | 217        |
| 7.3 常用温控仪控温接线(三)               | 218        |
| 7.4 常用温控仪控温接线(四)               | 218        |
| 7.5 常用温控仪控温接线(五)               | 219        |
| 7.6 常用温控仪控温接线(六)               | 219        |
| 7.7 常用温控仪控温接线(七)               | 220        |
| 7.8 常用温控仪控温接线(八)               | 220        |
| 7.9 常用温控仪控温接线(九)               | 221        |

|      |                        |     |
|------|------------------------|-----|
| 7.10 | 常用温控仪控温接线(十)           | 222 |
| 7.11 | 常用温控仪控温接线(十一)          | 222 |
| 7.12 | 常用温控仪控温接线(十二)          | 223 |
| 7.13 | 常用温控仪控温接线(十三)          | 223 |
| 7.14 | 常用温控仪控温接线(十四)          | 224 |
| 7.15 | CST-312S 系列数字温度显示调节表接线 | 224 |

## 第 8 章 电容补偿器应用 ..... 225

|      |                                           |     |
|------|-------------------------------------------|-----|
| 8.1  | JKF8 型智能低压无功补偿控制器接线                       | 225 |
| 8.2  | JKL1B 电容补偿控制器接线                           | 226 |
| 8.3  | JKL3B 电容补偿控制器接线                           | 227 |
| 8.4  | JKL5C 电容补偿控制器接线                           | 228 |
| 8.5  | JKW1B 电容补偿控制器接线                           | 228 |
| 8.6  | JKW5B 电容补偿控制器接线                           | 230 |
| 8.7  | JKW5C 电容补偿控制器接线                           | 231 |
| 8.8  | JKW5S 电容补偿控制器接线                           | 232 |
| 8.9  | NWKL1 系列智能型低压无功补偿控制器应用接线                  | 233 |
| 8.10 | 移相电容器用 LW5-16/TM706/6 转换开关<br>接线(8 路)     | 233 |
| 8.11 | 移相电容器用 LW5-16/TM706/7 转换开关<br>接线(10 路)    | 234 |
| 8.12 | 移相电容器用 LW5-16/TM712/8 转换开关<br>接线(12 路)    | 236 |
| 8.13 | LW5-16/TM706/7 转换开关控制 10 路补偿电容器<br>完成手动控制 | 237 |

## 第 9 章 电动机实用控制电路 ..... 241

|     |                |     |
|-----|----------------|-----|
| 9.1 | 单向点动控制电路       | 241 |
| 9.2 | 启动、停止、点动混合电路   | 246 |
| 9.3 | 单向启动、停止电路      | 253 |
| 9.4 | 用一只按钮控制电动机启停电路 | 261 |
| 9.5 | 效果理想的顺序自动控制电路  | 268 |

|      |                              |     |
|------|------------------------------|-----|
| 9.6  | 手动串联电阻启动控制电路 .....           | 276 |
| 9.7  | 定子绕组串联电阻启动自动控制电路 .....       | 284 |
| 9.8  | 延边三角形降压启动自动控制电路 .....        | 292 |
| 9.9  | 自耦变压器手动控制降压启动电路 .....        | 300 |
| 9.10 | 自耦变压器自动控制降压启动电路 .....        | 308 |
| 9.11 | 频敏变阻器启动控制电路 .....            | 315 |
| 9.12 | Y- $\Delta$ 降压启动手动控制电路 ..... | 324 |
| 9.13 | Y- $\Delta$ 降压启动自动控制电路 ..... | 331 |
| 9.14 | 单向运转反接制动控制电路 .....           | 339 |
| 9.15 | 双向运转反接制动控制电路 .....           | 347 |

# 第 1 章 电工常用工具及仪表



## 1.1 拆装工具

### 1. 螺丝刀

螺丝刀又称旋凿、改锥、起子等,是一种手用工具,主要用来旋动(紧固或拆卸)头部带一字槽或十字槽的螺钉,其头部形状分一字形和十字形,柄部由木材或塑料制成。常用的螺丝刀如图 1.1 所示。

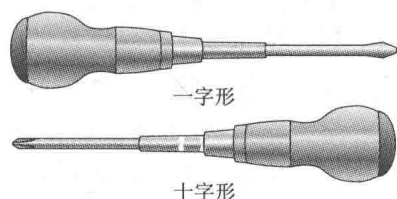


图 1.1 螺丝刀

根据螺钉直径的大小,有不同的手柄和握法。首先要选择螺丝刀头与螺钉大小相配的螺丝刀。可采用图 1.2 所示的方法使用螺丝刀。当螺钉较小时,先用手扶住螺丝刀的前端,对准螺钉头的沟槽,然后一手拿螺丝刀的柄部开始旋动螺钉,在最后加力拧紧时,用手指转动刀柄即可。当螺钉较大时,要用手掌握紧刀柄处加力旋转。当用力很大时,如果螺丝刀滑落会造成危险,所以在拧紧时,要用一只手轻轻扶住螺丝刀的杆,另一

紧固小螺钉时的握法

紧固大螺钉时的握法

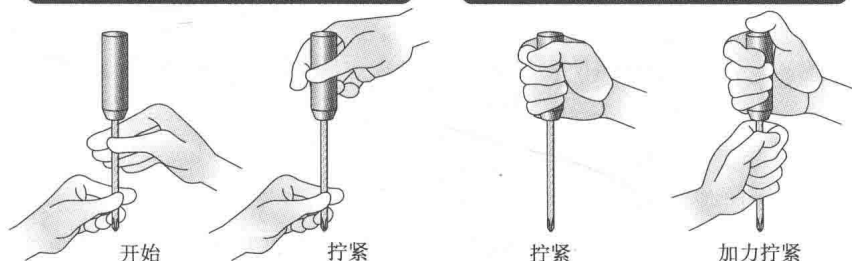


图 1.2 螺丝刀的使用方法

只手的大拇指要压住刀柄端头上。此外,还有手柄直径较大的电工螺丝刀,这种螺丝刀便于加力。

使用螺丝刀时应注意以下事项:

- (1) 电工必须使用带绝缘手柄的螺丝刀。
- (2) 使用螺丝刀紧固或拆卸带电的螺钉时,手不得触及螺丝刀的金属杆,以免发生触电事故。
- (3) 为了防止螺丝刀的金属杆触及皮肤或邻近带电体,应在金属杆上套装绝缘管。
- (4) 使用时应注意选择与螺钉顶槽相同且大小规格相应的螺丝刀。
- (5) 切勿将螺丝刀当做錾子使用,以免损坏螺丝刀手柄或刀刃。

## 2. 活扳手

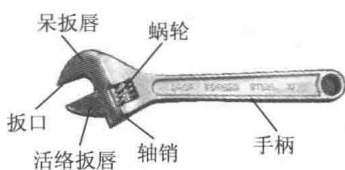
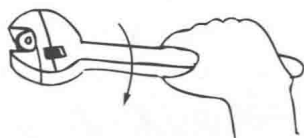


图 1.3 活扳手

活扳手是用来旋转六角或方头螺栓、螺钉、螺母的一种常用工具。它的特点是开口尺寸可以在规定范围内任意调节,特别适用于螺栓规格多的场合。活扳手由头部和柄部组成,头部由活络扳唇、呆扳唇、扳口、蜗轮和轴销等构成,如图 1.3 所示。

使用时,将扳口调节到比螺母稍大些,用右手握手柄,再用右手指旋转蜗轮使扳口紧压螺母。扳动大螺母时,力矩较大,手应握在手柄的尾处,如图 1.4(a)所示。扳动较小螺母时,需用力矩不大,但螺母过小易打滑,故手应握在靠近头部的地方,如图 1.4(b)所示,可随时调节蜗轮,收紧活络扳唇,防止打滑。



(a) 扳较大螺母的握法



(b) 扳较小螺母的握法

图 1.4 活扳手的使用

使用活扳手时应注意以下事项:

- (1) 使用扳手时,严禁带电操作。
- (2) 使用活扳手时应随时调节扳口,把工件的两侧面夹牢,以免螺母脱角打滑,不得用力太猛。

(3) 活扳手不可反用,以免损坏活动扳唇,也不可用钢管接长手柄来施加较大的扳拧力矩。

(4) 活扳手不得当撬棍和锤子用。

### 3. 电工刀

电工刀是剖削电线线头、切削木台缺口、削制木枕的专用工具,如图 1.5 所示。



图 1.5 电工刀

电工刀使用时,应将刀口朝外剖削。剖削导线时,应使刀面与导线成较小的锐角,以免割伤导线,并且用力不宜太猛,以免割破左手。电工刀用毕,应随即将刀身折进刀柄,不得传递未折进刀柄的电工刀。

使用电工刀时应注意以下事项:

(1) 电工刀的刀柄是无绝缘保护的,不能在带电导线或器材上剖削,以免触电。

(2) 电工刀第一次使用前应开刃。

(3) 不允许电工刀作锤子用。

(4) 电工刀的刀尖是剖削作业的必需部位,应避免在硬器上划损或碰缺,刀口应经常保持锋利,磨刀宜用油石为好。

### 4. 尖嘴钳

尖嘴钳的头部尖细,适用于在狭小的工作空间操作。尖嘴钳有裸柄和绝缘柄两种,绝缘柄的耐压为 500V,电工应选用带绝缘柄的,如图 1.6 所示。

尖嘴钳能夹持较小螺钉、垫圈、导线等元件,带有刀口的尖嘴钳能剪断细小金属丝。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。

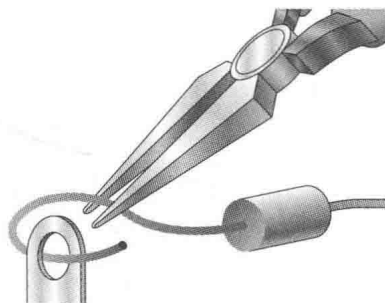


图 1.6 尖嘴钳

使用尖嘴钳时应注意以下事项：

- (1) 不允许用尖嘴钳装卸螺母、夹持较粗的硬金属导线及其他硬物。
- (2) 塑料手柄破损后严禁带电操作。
- (3) 尖嘴钳头部是经过淬火处理的，不要在锡锅或高温条件下使用。

#### 5. 断丝钳

断丝钳又称斜口钳，钳柄有裸柄、管柄和绝缘柄三种。电工用的绝缘柄断丝钳，绝缘柄的耐压为 500V，如图 1.7 所示。

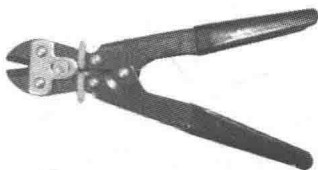


图 1.7 断丝钳

断丝钳是专供剪断较粗的金属丝、线材及导线电缆时使用的。

#### 6. 钢丝钳

钢丝钳又称电工钳、克丝钳，由钳头和钳柄两部分组成，钳头由钳口、齿口、刀口和铡口四部分组成，如图 1.8 所示。钢丝钳有裸柄和绝缘柄两种，电工应选用带绝缘的，且耐压应为 500V 以上。

使用钢丝钳时应注意以下事项：

- (1) 使用前，必须检查绝缘柄的绝缘是否良好，以免在带电作业时发生触电事故。
- (2) 剪切带电导线时，不得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。
- (3) 钳头不可代替锤子作为敲打工具使用。

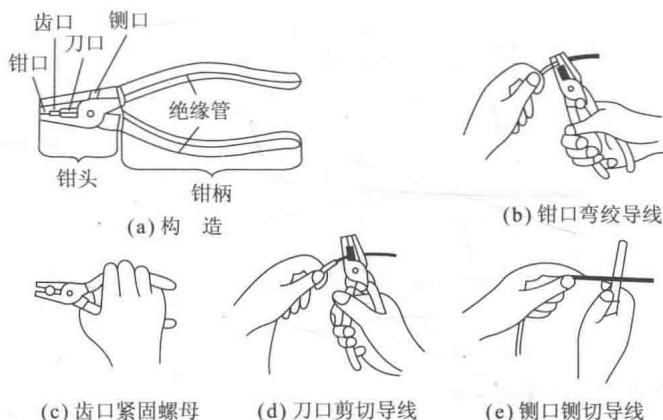


图 1.8 钢丝钳的构造及用途

(4) 用钢丝钳剪切绷紧的导线时,要做好防止断线弹伤人或设备的  
安全措施。

(5) 要保持钢丝钳清洁,带电操作时,手与钢丝钳的金属部分要保持  
2cm 以上的距离。

(6) 带电作业时钳子只适用于低压线路。

## 7. 剥线钳

剥线钳是用来剥削小直径( $\phi 0.5\text{mm} \sim \phi 3\text{mm}$ )导线绝缘层的专用工  
具,如图 1.9 所示。它的手柄是绝缘的,耐压为 500V。

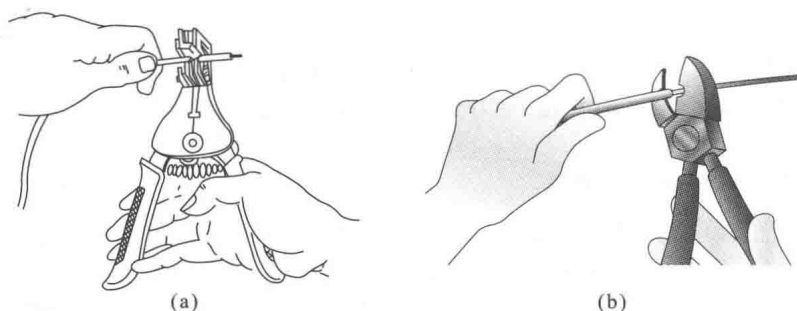


图 1.9 剥线钳

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(比导线直径稍大),右手将钳柄  
握紧,导线的绝缘层即被割破拉开,自动弹出。剥线钳不能用于带电作业。

## 1.2 低压验电笔

### 1. 外形及使用方法

低压验电笔是用来检测低压导体和电气设备外壳是否带电的常用工具,检测电压的范围通常为  $60\sim 500\text{V}$ 。低压验电笔的外形及使用方法如图 1.10 所示。

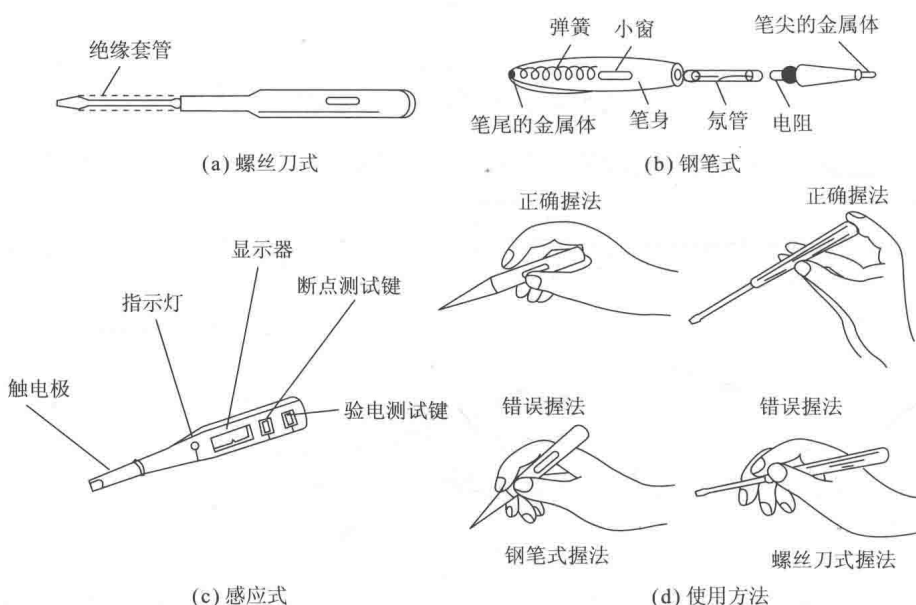


图 1.10 低压验电笔的外形及使用方法

### 2. 注意事项

低压验电器(又称测电笔或电笔)是电工不可缺少的验电工具,它可以测量  $500\text{V}$  以下的低压供电线路。使用时,务必注意安全,手千万别接触前端金属部分,否则会造成触电事故。低压验电笔在使用前从外观上检查是否损坏,是否缺少零部件,特别是钢笔式、螺丝刀式的验电笔,需检查一下降压电阻是否正常,通常它的阻值为  $1.5\sim 2\text{M}\Omega$ ;然后必须在有电的线路上对验电笔进行测试,以确保正常安全使用。对于钢笔式、感应式测电笔,因设计时是不允许作为旋具使用的,所以务必请使用人员注意,以免造成验电笔损坏。