

农村实用操作技能丛书

NONGCUNSHIYONGCAOZUOJINENGCONGSHU

# 电工技能基础

DIANGONG  
JINENG JICHU

实用操作技能



浙江出版联合集团  
浙江教育出版社

农村实用操作技能丛书

NONGCUNSHIYONGCAOZUOJINENGCONGSHU

# 电工技能基础

DIANGONG  
JINENG JICHU

实用操作技能

常州图书馆  
藏书章

浙江出版联合集团

浙江教育出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

电工技能基础 / 吴云等编著. — 杭州 : 浙江教育出版社, 2011.11  
(农村实用操作技能丛书)  
ISBN 978-7-5338-9423-8

I. ①电… II. ①吴… III. ①电工技术—基本知识  
IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第237944号

---

农村实用操作技能丛书

## 电 工 技 能 基 础

吴 云 朱伟明 俞江浦 张希洪 编著

- 出版发行 浙江教育出版社(杭州市天目山路40号 邮编310013)
- 责任编辑 郑德文
- 装帧设计 曾国兴
- 责任校对 孔令宇
- 责任印务 陆 江
- 图文制作 杭州万方图书有限公司
- .....
- ▶ 印 刷 浙江新华数码印务有限公司
- ▶ 开 本 787×1092 1/16
- ▶ 印 张 12.25
- ▶ 字 数 232 000
- ▶ 版 次 2011年11月第1版
- ▶ 印 次 2011年11月第1次
- ▶ 书 号 ISBN 978-7-5338-9423-8
- ▶ 定 价 18.40元
- .....

联系电话: 0571-85170300-80928

E-mail: zjjy@zjcb.com

网址: www.zjeph.com

# 说 明

为了更好地适应社会电工的培训需求,我们根据国家中级电工技能鉴定标准,编写了本书。

本书本着重实用、重能力的原则,根据中级电工鉴定标准,确定了电工应具备的能力结构与知识结构。在简单介绍了知识要点后,重点突出了实践应用。

本书是各位老师利用业余时间编写而成的。参加本书编写的作者有吴云(第七、八单元)、朱伟明(第四、五、六单元)、俞江浦(第三、九单元)、张希洪(第一、二单元),全书由吴云统稿。在编写本书过程中,我们参考了大量的书刊和其他相关资料,并引用了其中的一些资料,难以一一列举,在此一并向有关作者表示衷心感谢。

参加本书编写工作的老师都在第一线从事电工专业教学,具有丰富的教学实践经验。由于编写经验不足,时间仓促,书中会有错误和不妥之处,敬请读者提出批评和改进意见,以便修订。

编 者

2011年11月

# CONTENTS

## 目录

<b>第一单元 常用电工工具和仪表</b>	1
课题一 常用电工工具	1
课题二 常用仪表	4
<b>第二单元 常用电工材料</b>	10
课题一 绝缘材料	10
课题二 导电材料	11
<b>第三单元 常用电工计算</b>	21
课题一 电路中的主要概念及物理量	21
课题二 电阻的串、并联及其应用	23
课题三 欧姆定律	26
课题四 电能和电功率	27
<b>第四单元 电工基本操作</b>	30
课题一 导线线头绝缘层的剖削	30
课题二 导线的连接	32
课题三 导线绝缘层的恢复	37
<b>第五单元 照明与动力线路</b>	40
课题一 电气照明基本知识	40
课题二 室内配线	40
课题三 照明器具的安装	48
课题四 内线工程图	55
课题五 量电和配电装置的安装	59
<b>第六单元 电动机的使用与检测</b>	75
课题一 三相笼型异步电动机的结构与铭牌	75
课题二 三相异步电动机的检测	78
课题三 单相异步电动机	79
<b>第七单元 常用低压电器</b>	85
课题一 开关电器	85

课题二	保护电器	96
课题三	控制电器	101

### **第八单元 电动机基本控制线路及其安装、维修** 110

课题一	电动机控制电路图和接线图	110
课题二	单向启动	113
课题三	三相异步电动机的正反转控制线路	118
课题四	位置控制与自动往返控制	121
课题五	顺序控制	123
课题六	三相异步电动机降压启动控制线路	125
课题七	三相异步电动机的制动控制线路	132
课题八	双速异步电动机的控制线路	137

### **第九单元 安全用电** 168

课题一	触电类型及方式	168
课题二	防止触电的保护措施	169
课题三	防电火灾、防爆、防雷	175
课题四	触电及救护常识	177

### **附录** 182

# 第一单元 常用电工工具和仪表

## 课题一 常用电工工具

### 一、起子(螺丝刀)

1. 种类。按头部形状可分为一字型和十字型两种,按柄部材料可分为木柄和塑料柄两种。
2. 用途。一字形起子用来紧固或拆卸带一字槽的螺钉,十字形起子用来紧固或拆卸带十字槽的螺钉。
3. 使用注意事项。
  - (1) 起子大小要与螺钉槽大小配套。
  - (2) 头部不应有倒角(如图 1-1)。
  - (3) 电工禁止使用穿心起子(即起子金属杆一直通至手柄尾部的起子)。

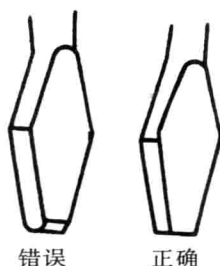


图 1-1 起子头部

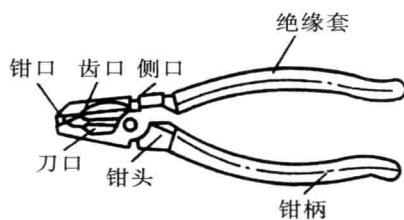


图 1-2 钢丝钳各部分名称

### 二、尖嘴钳

这种钳用来剪断细小的金属丝,夹持较小的螺钉、垫圈、导线等,绝缘工作电压为 500V。

### 三、钢丝钳

1. 钢丝钳的结构。钢丝钳由钳头和钳柄两部分组成。钳头由钳口、齿口、刀口和侧口四部分组成,如图 1-2 所示。
2. 钢丝钳的用途。用钳口或齿口弯折电线,用刀口切断电线,用侧口铡切钢丝。在活络扳手施展不开的场合,用钢丝钳钳口或齿口来扳旋小螺母,还可用来代替剥线钳,剥去电线的绝缘层外皮。绝缘工作电压为 500V。

#### 四、电工刀

1. 用途。电工刀主要用来切削电线、电缆绝缘外皮,切割绳索、木桩和软金属材料。
2. 使用注意事项。
  - (1) 切忌把刀刃垂直对着导线切割绝缘外皮。
  - (2) 刀口应朝外进行切削。
  - (3) 用好后应随即把刀身折入刀柄。
  - (4) 不能在带电体上使用电工刀进行切削操作。

#### 五、电笔

1. 电笔的种类。电笔有普通氖泡电笔(简称电笔)和数字感应式电笔(简称数字电笔),其外形如图 1-3 所示。



图 1-3 常用电笔

2. 普通电笔。

- (1) 构造如图 1-4 所示,普通电笔由金属体头、氖泡、电阻、弹簧、绝缘外壳和尾部的金属体组成。



图 1-4 普通电笔的构造

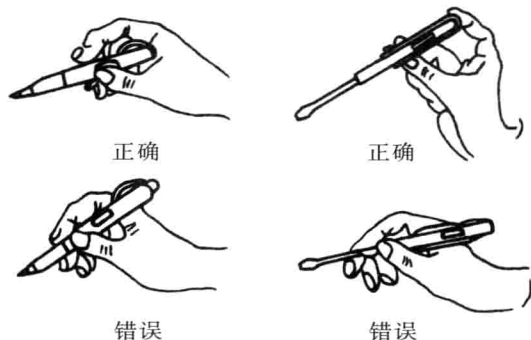


图 1-5 普通电笔的握法



(2) 工作原理和检测电压范围。只要带电体与大地之间的电位差(电压)超过 60V 时,电笔中的氖泡就能发出红色的辉光。检测电压范围为 60V~500V。

(3) 使用方法及注意点。

①使用前,先要在电源上检查笔中的氖泡能否正常发光。

②使用时,必须按照图 1-5 所示的方法把笔握妥,手指触及笔尾的金属体,使氖管小窗背光朝向自己,特别要注意的是不能触及笔尖金属体,以免引起触电事故。

③电笔的金属探头常常制成螺丝刀形状,它只能承受很小的扭矩,不能用力过大,以防损坏。

### 3. 数字式感应电笔。

(1) 构造。数字式感应电笔由金属头、绝缘外壳、感应电路、数字显示表组成,面板上有指示灯(有一类无指示灯)、数字显示表、感应断点测检按键、直接测检按键等。

(2) 检测对象。直接检测 12V~220V 的交、直流电和间接检测交流电的零线、相线和断点。

(3) 使用方法及注意点,如图 1-6 所示。

①最后显示的数字为所测电压值。

②未到高段显示值的 70%时,显示低段值。

③测量直流电时应手碰负极。

④测量小于 12V 电压的物体是否带电,可用感应电极。

⑤带感应电的被测物必须接地或接零。

⑥用感应检测并排线时应增大电线之间的距离或用手按住被测物。

⑦不要同时按住两个电极进行测试,以免测检不准。

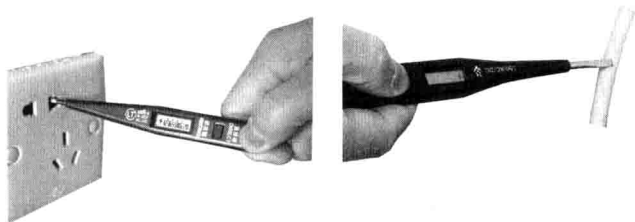


图 1-6 数字式感应电笔的使用

(4) 断点的测检。

①直接测检。合上开关,测检用电器接入处有无电。若无电,则断点在相线上;若有电,断点在零线上。若断点在相线上,则从电源的相线一直追查到用电器的相线,用测电笔检测电线的测试点,何处突然测得无电,则断点在这一测试点和前一测试点之间。若断点在零线上,合上开关后的零线是带电的,从用电器的零线一直追查到电源总线,何处

突然不带电,则断点在这一测试点到前一测试点之间。

②感应测检。前面的直接测检可用普通电笔和数字电笔测检断点的大致部位,但不能测出准确位置,特别是电线的内部断点。如果用数字电笔的感应测检点测检,就能测出准确的位置。使用方法同前面一样,合上开关,测出断点在零线还是相线,然后用感应测检点检测,何处感应电消失,断点就在何处。

## 课题二 常用仪表

### 一、万用表(又称多用电表)

万用表的挡位有交流电压、交流电流、直流电压、直流电流、欧姆挡等,外形结构如图 1-7 所示。普通型万用表有:A. 选择开关,B. 欧姆零点调整旋钮,C. 测试表笔插孔,D. 电阻刻度;E. 电压或电流刻度,F. 机械调零螺丝。MF-500 型万用表有:左旋钮:电阻挡,直流电流挡、交直流电压量程挡,右旋钮:交直流电压挡、直流电流量程挡、电阻倍率挡。在使用时,要根据挡位的不同要求分别对待。

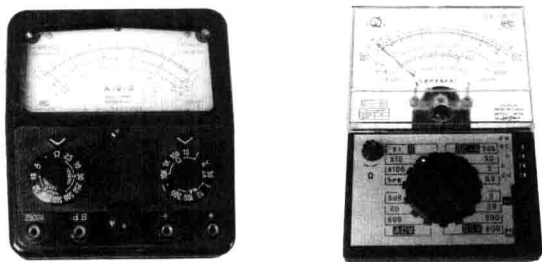


图 1-7 常用万用表

#### 1. 万用表面板功能介绍。

万用表类型很多,但其面板上的主要文字含义及部件是一致的。

##### (1) 面板上的部分文字含义。

①面板上的“—”符号,代表直流;“~”符号,代表交流。

②“ $5000\Omega/V$ ”指直流电压灵敏度。

③“ $2500\Omega/V$ ”指交流电压灵敏度。

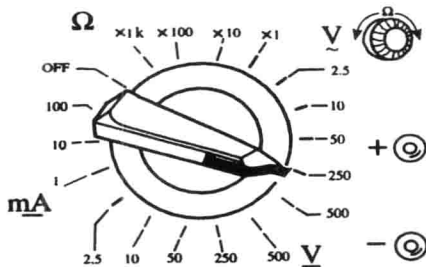
④“2.5”是测量直流时的准确度等级。2.5 表示误差(用指示值的百分数表示)不超过 $\pm 2.5\%$ 。

⑤面板上两个插孔边的“+”表示表的正端,插红表笔,测量时接被测电路高电位点。“-”表示表的负端,插黑表笔,测量时接被测电路的低电位点。在测电阻时,黑表笔接万用表内部电池的正极。

##### (2) 主要部件。

①转换开关。通过改变转换开关的位置,就可以完成一定的测量功能。

测量功能由转换开关所指的文字符号表示。普通万用表转换开关指向的功能区代表所测的电工量,数值代表量程,MF-500 型万用表功能与量程分别由两个转换开关完成。如图 1-8,转换开关所指的功能是测量交流电压,量程为 250V。



普通万用表转换开关



MF-500 型万用表转换开关

②表盘标度尺。表盘标度尺有以下特点:有的标度尺是均匀的,如直流电压、直流电流和交流电压共用同一标度尺。有的标度尺是非均匀的,如电阻等。一般万用表最上面一条是电阻标度尺,用“ $\Omega$ ”表示;从上到下第二条是直流电压、直流电流和交流电压的共用标度尺,用“ $\sim$ ”、“V”、“mA”表示。图 1-9 是某一型号万用表的表盘。

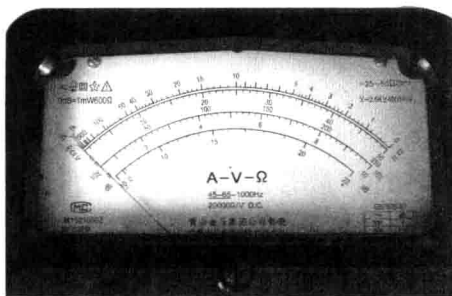


图 1-9 万用表表盘

### (3) 量程与倍率。

量程是指指针指向满刻度线时的测量值。测电压时,量程选择 500,若指针指向第二条刻度线的 250 时,测量值为 500V;若指针指向第二条刻度线的 110 时,测量值为 220V。

倍率是指测电阻时,测量值与读数的比值。如倍率选择 1k,若指针指向第一条刻度线的 20 时,则测量值为  $20 \times 1000\Omega$ 。

选择量程时,应尽量满足指针指向均匀刻度线的  $\frac{2}{3}$  以上区域或非均匀刻度线的中间区域,测量值比较准确。若测量值的大致数值未知,量程应从大到小选择,以防测量时指针被打弯。

## 2. 万用表的使用。

### (1) 交流电压、交流电流的测量。

①选择合适的量程和交流电压或电流挡。例如,测量 220V 交流电压时,转换开关打在交流 250V 挡,MF-500 型万用表则先把右旋钮打在交、直流电压挡,再把左旋钮打在交流电压 250 挡,转换开关如图 1-8 所示。

②测电压时并联连接,测电流时串联连接。

③读数时要以对应的量程挡读数。

### (2) 直流电压、直流电流的测量。

①选择合适的量程和直流电压或直流电流挡。

②测电压时并联连接,连接时必须注意红表笔接高电位,黑表笔接低电位;测电流时串联连接,连接时必须使红表笔电流流进,黑表笔电流流出。若测量时电位的高低不清楚,可以先选择大量程,然后用两表笔迅速搭接一下,指针正向偏转说明表笔连接正确,反向偏转说明表笔连接错误。

③读数时要以对应的量程挡读数。

### (3) 电阻的测量。

①被测元器件首先要切断电源,并与其他电路断开。用欧姆挡时表内接通电池,且电池的正极和外接黑表笔相连,负极和红表笔相连。不切断外部电源时,测量会使表头烧坏,不与其他电路断开时,测出的是并联总电阻。

②正确选择欧姆挡和合理的倍率。欧姆挡刻度不均匀,指针偏转太大或太小都将造成测量读数不准。例如,选择欧姆表“ $\times 10$ ”倍率调零后,测量一个电阻的阻值时,若发现表针偏转角度很小,则应改用“ $\times 100$ ”或“ $\times 1k$ ”倍率,并重新调零测量。测一个电阻值约  $300\Omega$  左右的电阻,应选用的倍率为“ $\times 10$ ”。每次换挡后,测试前都要先调零。

③进行欧姆调零。将两表笔直接搭接在一起,若此时万用表的指针未指向零,应旋动“ $\Omega$ ”旋钮,使指针指向零,然后测量电阻。每换一次电阻挡量程,均应该先调节零位。

④读数、换算。

⑤测量电阻时的注意事项。

不能用手抓住两表笔和被测元件。

使用前,首先要检查转换开关挡位是否与所要测量的电工量一致,切不可把挡位开关位置定错。例如,在测量较高的电压时,误将转换开关置于电流或电阻挡上,则很可能烧坏仪表。

在线路中测电阻时,应断电测量。测试电路中有电容器时,要先短路放电后再测量。

使用后必须把选择旋扭转到 OFF 挡,或 220V 以上交流电压挡。

### 3. 使用万用表注意事项。

- (1) 万用表转换开关位置选择必须正确,若误用电阻挡或电流挡测电压,会烧坏万用表。
- (2) 测量过程中,不能转动转换开关,以免电弧损坏表头。
- (3) 在测量电压或电流时,若被测线路上的电压或电流大小难以估计,应先把万用表的量程拨到最大时测量,然后根据情况逐渐换小挡位。换挡时,要使两表笔离开测量体,不可带电换量程。
- (4) 若万用表测量的直流电压或直流电流的值较小,而电源的极性又不清楚时,可以把量程开关转到最大位置,然后用两表笔到测试点快速地搭一下。若指针正转,说明两表笔接的位置正确;若指针反转,说明两表笔的位置接反了。
- (5) 万用表在每次测量完毕后,应将转换开关拨到交流电压最高挡位置,以防他人使用不当而损坏万用表。另外,也可避免放在电阻挡上时,因表笔不慎接触,造成电池消耗。
- (6) 万用表应经常保持清洁和干燥,防止震动或较大的冲击,以免影响准确度或损坏仪表。

## 二、钳形电流表

钳形电流表是一种不需要断开电路就可以测量交流电流的电工常用仪表。

### 1. 使用方法。

- (1) 将量程开关转到合适的挡位。
- (2) 打开铁芯开关,将被测导线从铁芯开口处引入铁芯中央,松开铁芯开关,使铁芯闭合。
- (3) 读取测量值。

### 2. 使用注意事项。

- (1) 只能将一根被测导线钳入铁芯。
- (2) 被测线路的电压不能超过钳形电流表的规定使用电压。
- (3) 选择合适的量程挡位,若不清楚被测电流大小,应由大到小逐级选择合适挡位进行测量。
- (4) 测量过程中不能转动量程开关,若需要转换量程,则应先脱离被测线路,再转换量程开关。
- (5) 被测导线应置于钳口中央。



图 1-10 钳形电流表的外形

### 三、兆欧表

兆欧表又称摇表,是一种测量大电阻的电工常用测量仪表。

#### 1. 兆欧表的选用。

选用兆欧表时,其额定电压一定要与被测电器设备或线路的工作电压相适应,测量范围也应与被测绝缘电阻的范围相吻合。

#### 2. 兆欧表的接线。

(1) 测量照明及动力线路对地绝缘电阻的接线,如图 1-11(a)所示,线路接线桩接导线,接地接线桩接大地。

(2) 测量电动机绝缘电阻的接线,如图 1-11(b)、1-11(c)所示。测量绕组对地绝缘电阻时,线路接线桩接绕组,接地接线桩接电动机外壳。测量绕组间的绝缘电阻时,线路接线桩与接地接线桩分别接两只绕组的头或尾。

(3) 测量电缆绝缘电阻的接线,如图 1-11(d)所示,线路接线桩接导体,接地接线桩接电缆绝缘外壳,屏蔽接线桩接电缆金属屏蔽层。

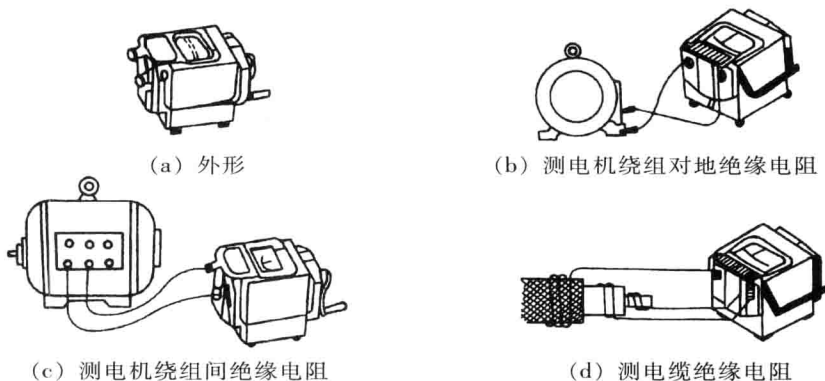


图 1-11 兆欧表的接线

#### 3. 使用方法。

(1) 检查兆欧表。两表笔分开,摇动手柄,观察指针是否指在“ $\infty$ ”处,再将 L 和 E 两接线柱短路,慢慢摇动兆欧表,指针应指在零处。

(2) 按要求正确接线。

(3) 水平放置,均匀摇动手柄(转速为每分钟 120 转左右)。

(4) 当指针稳定时读数。

#### 4. 使用注意事项。

(1) 测量设备的绝缘电阻时,必须先切断设备的电源。

(2) 设备如果有大电容时,切断设备电源后,应对设备进行短路放电,然后分别进行接线,摇动手柄,读数,读数后应当先进行短路放电,再停止摇动,拆线。

(3) 兆欧表的引线要用多股软线,且两根引线切忌绞在一起,以免造成测

量数据的不准确。

- (4) 兆欧表测量完毕,应立即使被测物放电,在兆欧表的摇把未停止转动和被测物未放电前,不可用手去触及被测物的测量部位或进行拆线,以防止触电。
- (5) 被测物表面应擦干净,不得有污物(如漆等),以免造成测量数据不正确。

## 练 习

1. 使用普通电笔应注意什么?
2. 数字式感应电笔有什么优点?
3. 使用万用表欧姆挡应注意什么?
4. 某万用表欧姆挡的刻度弧线正中间的刻度值为 25。现用该万用表的欧姆挡测量 2 个定值电阻(阻值约为  $R_1=20\Omega$  和  $R_2=30k\Omega$ ),在下列步骤中,请你选出合适的步骤,按顺序填写在横线空白处。
  - (A) 转动选择开关,置于“ $\times 1k$ ”挡
  - (B) 转动选择开关,置于“ $\times 100$ ”挡
  - (C) 转动选择开关,置于“ $\times 10$ ”挡
  - (D) 转动选择开关,置于“ $\times 1$ ”挡
  - (E) 转动选择开关,置于“OFF”挡
  - (F) 将两表笔分别接触  $R_1$  两端,读出  $R_1$  的阻值后随即断开
  - (G) 将两表笔分别接触  $R_2$  两端,读出  $R_2$  的阻值后随即断开
  - (H) 将两表笔短接,调节调零旋钮,使指针在刻度线右端的“0”刻度处。
 所选择操作的合理顺序是测  $R_1$  时为: \_\_\_\_\_ ;  
 测  $R_2$  时为: \_\_\_\_\_ 。

### 课题一 绝缘材料

绝缘材料是几乎不导电的材料,其电阻率大于  $10^7\Omega\cdot\text{m}$ 。

#### 一、绝缘材料的性能及选用

要根据需要选用不同的绝缘材料。绝缘材料的重要性能有:击穿强度、绝缘电阻、耐热性、力学性能,同时还应考虑极化损耗、老化、吸湿性、液体绝缘材料的黏度、酸值、干燥时间等。

#### 二、常用的绝缘材料

1. 绝缘漆。可分渍漆、涂覆漆、胶黏漆。
2. 绝缘胶。广泛用于浇注电缆接头和套管,以及密封电子元件和零部件。
3. 熔敷粉末。主要用于小电机的槽绝缘、导线绝缘和外壳涂敷。
4. 浸渍纤维制品。浸渍纤维制品是以绝缘纤维制品为底材,浸以绝缘漆制成的,产品有漆布、漆管、绑扎带三类,主要用于电机、电器、仪表、电线电缆及无线电的制造和安装中做槽部、匝间线圈和相间的绝缘、连接和引出线的包扎,以及变压器铁芯和电机转子绕组的绑扎等。
5. 绝缘层压制品。绝缘层压制品是以纸或布作底材,浸涂不同的胶黏剂,经热压而制成的层状结构绝缘材料,一般作为绝缘材料和结构材料应用于电气与电子工业中。
6. 电工塑料。主要用于加工电工设备的绝缘零部件、结构件及电线电缆的绝缘层、保持套等。
7. 云母及其制品。有云母板、云母带、云母箔、云母玻璃等,主要用于电机、电器绝缘,如垫圈、垫片和阀型避雷器的零件。
8. 电工薄膜、复合制品和黏带。电工薄膜是由高分子化合物制成的一种薄而软的材料,主要用于电机、电器线圈和电线、电缆的绕包绝缘以及作电容器的介质。复合制品是在薄膜的一面或双面黏合绝缘纸或漆布等组成的一组复合材料,适于作中、小电机槽绝缘,电机、电器相间绝缘和线圈端部绝缘。黏带用于电机和电器线圈绝缘,包扎固定和电线接头的包扎绝缘等。



表 2-1 500V 以下配电力及照明用绝缘电线的型号种类与用途

型 号	名 称	主要使用范围	被替代的淘汰产品	
			名 称	型 号
BV-70	聚氯乙烯绝缘铜芯线	用于交流额定电压在 500V 及以下的电气设备和照明装置, 其中 BVR 型软线适合于要求比较柔软的电线的连接	铜芯橡皮线	BX、BXS
BVR-70	聚氯乙烯绝缘铜芯软线		铝芯橡皮线	BLX
BVV-70	聚氯乙烯绝缘和护套铜芯线		铜芯橡皮软线	BXR
BLV-70	聚氯乙烯绝缘铝芯线		铜芯玻璃丝编织橡皮线	BBX
BLVR-70	聚氯乙烯绝缘铝芯软线		铜芯塑料线	BV
BLVV-70	聚氯乙烯绝缘和护套铝芯线		铜芯塑料护套线	BVV
RVB-70	聚氯乙烯绝缘平行连接软线	用于交流额定电压在 250V 及以下的移动式日用电器的连接	铜芯橡皮软线	BXR
RVS-70	聚氯乙烯绝缘双绞连接软线		棉纱编织双绞棉纱编软线 棉纱总编织软线	RXS RX
RVZ-70	聚氯乙烯绝缘和护套连接软线	用于交流额定电压在 500V 及以下的移动式日用电器的连接	由 RVZ 和 RVQ 合并而成 RVZ-70	
RFB	聚氯乙烯复合物绝缘线(平型软线)	用于交流额定电压在 250V 或直流电压在 500V 及以下的各种日用电器照明灯座和无线电设备等连接线	橡皮绝缘棉纱编织软线	RXS
RFS	丁腈聚氯乙烯复合物绞型软线			RX
RHF	氯丁橡胶套软线	用于交流额定电压为 250V 的户外或户内小型电气工具的连接	普通橡胶套软线	RH
BLXF	铝芯氯丁橡皮绝缘电线	交流额定电压在 500V 及以下或直流电压在 1000V 及以下的农村和城市户内外架空、明敷、穿管固定敷设的照明及电气设备电路		BX、BXS BLX BBLX BXR

## 课 题 二 导电材料

电工用导电材料常用的是用于制作电线、电缆的铜、铝和用于制作电刷的石墨。

### 一、电线、电缆的分类和用途

1. 裸线。没有绝缘层和保护层, 主要用于架空输电用的绞线、软接线、型线和