

职业教育“十二五”规划教材

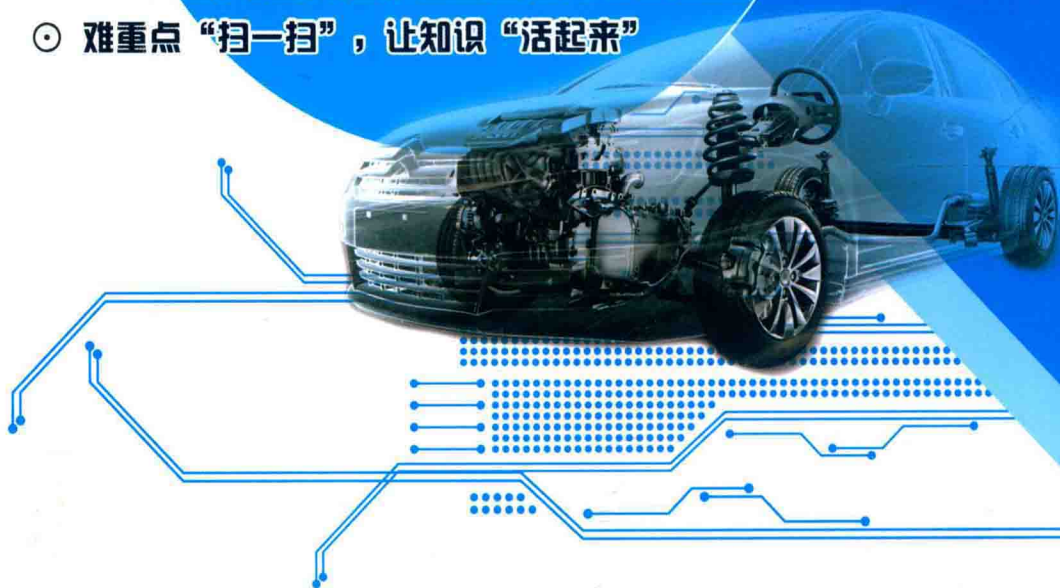
(含微课)

# 汽车电工电子基础

## QICHE DIANGONG DIANZI JICHU

主编 林美云 邢作辉 李淑敏

- ◎ 充分结合汽车岗位需求，培养创新型人才
- ◎ 理论精讲，实践丰富，让理论与实践完美融合
- ◎ 难重点“扫一扫”，让知识“活起来”



航空工业出版社

职业教育“十二五”规划教材

# 汽车电工电子基础

主编 林美云 邢作辉 李淑敏

航空工业出版社

北京

2014年5月

## 内 容 提 要

本书是编者在总结了近年来职业教育和教学改革经验的基础上所编写,全书共10章,内容包括用电知识、直流电路、电容与电感、电磁原理、交流电路、电动机和发电机、常用半导体器件、汽车常用电子电路、数字电子技术和汽车电子控制系统。

本书可供职业院校汽车运用与维修专业师生教学使用,也可作为相关行业的岗位培训教材或自学参考书。

## 图书在版编目(CIP)数据

汽车电工电子基础 / 林美云, 邢作辉, 李淑敏主编

— 北京: 航空工业出版社, 2016.7

ISBN 978-7-5165-1044-5

I. ①汽… II. ①林… ②邢… ③李… III. ①汽车—  
电工技术—职业教育—教材②汽车—电子技术—职业教育—  
教材 IV. ①U643.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第164713号

汽车电工电子基础

Qiche Diangong Dianzi Jichu

航空工业出版社出版发行

(北京市朝阳区北苑2号院 100012)

发行部电话: 010-84936597 010-84936343

北京时捷印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经售

2016年7月第1版

2016年7月第1次印刷

开本: 787×1092

1/16

印张: 13.5

字数: 312千字

印数: 1—3000

定价: 32.00元

# 前言

本书是根据教育部职业教育汽车类示范专业教学改革的精神,结合职业教育的培养目标,采用项目教学的形式编写的。教材严格按照“教学大纲”对课程教学目标的要求,紧密结合职业院校的教学实际和学生特点,旨在培养学生的实践能力和自主学习能力,提高学生的综合素质和职业能力,增强学生适应职业变化的能力,从而为学生职业生涯的发展奠定基础。

本书具有以下特点:

1. 理论与实践相结合。本书在编写过程中力求实现理论与实践一体化。在阐述完每个任务的理论知识点后都给出了相关的课堂实践,既能加强学生对基础知识的理解,又能激发学生的学习兴趣,增强学生的动手能力。

2. 紧贴大纲、实用为主。在编写过程中,本书努力体现职业教育“以服务为宗旨,以就业为导向”的教学方针,力求做到知识够用,技能实用,基本概念和原理叙述准确,引用数据科学可靠,体现汽车电工电子基本理论在工作生活中的实际应用。

3. 用灵活多样的形式讲解汽车知识。本书设有“小提示”“知识拓展”“评一评”“阅读天地”等板块,密切结合汽车制造领域的新知识、新技术和新工艺,不仅拓展知识广度,还可激发学生的学习兴趣,强化学生的独立思考能力和动手能力。

4. 二维码链接,视频辅助学习。本书重点、难点部分配有讲解视频的二维码链接,帮助学生理解知识内容。

本书结构合理、知识实用、重点突出、通俗易懂,配有课后习题答案和精美教学课件,读者可登录北京金企鹅文化发展中心网站(<http://www.bjjqe.com>)下载。

本书由林美云、邢作辉、李淑敏担任主编,由代洪、罗国玺、李艳、王小娟、马军、李中林担任副主编。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中不妥与疏漏之处在所难免,恳请广大读者批评指正,提出宝贵意见,以便进一步修订和完善。

编者

2016年6月

# 目录 Contents

|                           |    |
|---------------------------|----|
| 项目一 用电知识 .....            | 1  |
| 任务一 认识实训室 .....           | 2  |
| 一、电源及电工电子仪表的认识 .....      | 2  |
| 二、实训常用工具 .....            | 3  |
| 三、实训室操作规程 .....           | 5  |
| 课堂实践 参观实训室 .....          | 6  |
| 任务二 认识安全用电 .....          | 7  |
| 一、人体触电的类型及原因 .....        | 7  |
| 二、预防触电的措施 .....           | 8  |
| 三、触电现场的紧急处理 .....         | 9  |
| 课堂实践 学习简单的急救知识 .....      | 9  |
| 任务三 电气设备防雷、防火和防爆 .....    | 13 |
| 一、电器防雷 .....              | 13 |
| 二、电器防火和防爆 .....           | 13 |
| 课堂实践 学习使用干粉灭火器 .....      | 14 |
| 思考与练习 .....               | 16 |
| 项目二 直流电路 .....            | 17 |
| 任务一 认识电路 .....            | 18 |
| 一、电路的组成 .....             | 18 |
| 二、电路的状态 .....             | 18 |
| 三、汽车电路的特点 .....           | 19 |
| 课堂实践 识别并绘制简单元器件的电路图 ..... | 20 |
| 任务二 了解电路常用物理量 .....       | 22 |
| 一、电流 .....                | 22 |
| 二、电压、电位和电动势 .....         | 23 |



|                              |    |
|------------------------------|----|
| 三、电功和电功率 .....               | 24 |
| 四、直流电压表、直流电流表和万用表的使用方法 ..... | 26 |
| 课堂实践 测量电流、电压及电位 .....        | 28 |
| 任务三 认识电阻 .....               | 30 |
| 一、电阻元件 .....                 | 30 |
| 二、欧姆定律 .....                 | 33 |
| 课堂实践 测量电阻 .....              | 34 |
| 任务四 了解电阻的连接方式 .....          | 36 |
| 一、电阻的串联 .....                | 36 |
| 二、电阻的并联 .....                | 37 |
| 课堂实践 连接并测量电阻的混联电路 .....      | 38 |
| 任务五 探究基尔霍夫定律 .....           | 40 |
| 一、基尔霍夫电流定律 .....             | 40 |
| 二、基尔霍夫电压定律 .....             | 41 |
| 课堂实践 运用基尔霍夫定律分析电路 .....      | 42 |
| 思考与练习 .....                  | 43 |
| <br>项目三 电容与电感 .....          | 45 |
| 任务一 认识电容 .....               | 46 |
| 一、电容器 .....                  | 46 |
| 二、电容的概念 .....                | 47 |
| 三、电容器的主要参数 .....             | 48 |
| 四、识别电容器 .....                | 48 |
| 课堂实践 用万用表判别电容器的好坏 .....      | 50 |
| 任务二 认识电感 .....               | 51 |
| 一、电感器 .....                  | 51 |
| 二、电感的概念 .....                | 52 |
| 三、电感器的主要参数 .....             | 52 |
| 四、电感器的识别 .....               | 53 |
| 课堂实践 用万用表判别电感器的的好坏 .....     | 54 |
| 思考与练习 .....                  | 55 |
| <br>项目四 电磁原理 .....           | 57 |
| 任务一 认识生活中的磁场 .....           | 58 |



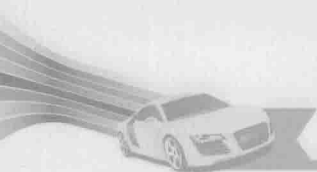
|                     |    |
|---------------------|----|
| 一、磁场的概念             | 58 |
| 二、电流的磁场             | 59 |
| 课堂实践 制作电磁铁          | 60 |
| 任务二 认识磁路的物理量        | 61 |
| 一、磁通                | 61 |
| 二、磁感应强度             | 61 |
| 三、磁导率               | 61 |
| 四、磁场强度              | 62 |
| 五、磁路                | 62 |
| 课堂实践 观察物质的磁化现象      | 63 |
| 任务三 认识电磁力           | 65 |
| 课堂实践 用左手定则判断电磁力的方向  | 66 |
| 任务四 探究电磁感应          | 67 |
| 一、电磁感应现象及定律         | 67 |
| 二、楞次定律              | 68 |
| 课堂实践 用右手定则判断感应电流的方向 | 69 |
| 任务五 认识汽车常见电磁元件      | 71 |
| 一、继电器               | 71 |
| 二、电磁阀               | 72 |
| 三、变压器               | 73 |
| 四、点火线圈              | 77 |
| 五、电磁式检波传感器          | 77 |
| 六、电动机               | 78 |
| 课堂实践 观察汽车常见电磁元件的实物  | 79 |
| 思考与练习               | 80 |
| 项目五 交流电路            | 83 |
| 任务一 认识正弦交流电路        | 84 |
| 一、正弦交流电的产生          | 84 |
| 二、交流电的周期、频率和角频率     | 85 |
| 三、交流电的瞬时值、最大值和有效值   | 85 |
| 四、交流电的相位角、初相位和相位差   | 86 |
| 五、正弦交流电的表示方法        | 87 |
| 课堂实践 学习使用试电笔        | 89 |



|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 任务二 认识纯电阻、纯电感和纯电容电路 .....     | 91  |
| 一、纯电阻电路 .....                 | 91  |
| 二、纯电容电路 .....                 | 93  |
| 三、纯电感电路 .....                 | 95  |
| 课堂实践 计算容抗与感抗 .....            | 97  |
| 任务三 探究串联电路 .....              | 98  |
| 一、 $RL$ 串联电路 .....            | 98  |
| 二、 $RLC$ 串联电路 .....           | 100 |
| 课堂实践 计算 $RL$ 串联电路的阻抗及电流 ..... | 101 |
| 思考与练习 .....                   | 102 |
| 项目六 电动机和发电机 .....             | 105 |
| 任务一 认识直流电动机 .....             | 106 |
| 一、直流电动机的结构 .....              | 106 |
| 二、直流电动机的工作原理 .....            | 109 |
| 三、直流电动机的铭牌参数 .....            | 111 |
| 四、直流电动机的励磁方式 .....            | 112 |
| 五、直流电动机的启动、制动、反转和调速 .....     | 113 |
| 课堂实践 观察直流电动机 .....            | 115 |
| 任务二 认识三相交流发电机 .....           | 116 |
| 一、三相交流电的产生 .....              | 116 |
| 二、三相交流电的供电方式 .....            | 118 |
| 三、三相负载的星形连接 .....             | 119 |
| 四、三相负载的三角形连接 .....            | 120 |
| 课堂实践 连接三相负载电路并测量相关数据 .....    | 121 |
| 任务三 认识步进电动机 .....             | 123 |
| 一、步进电动机的结构 .....              | 123 |
| 二、步进电动机的工作原理 .....            | 124 |
| 课堂实践 计算步进电动机的转子齿数 .....       | 126 |
| 思考与练习 .....                   | 127 |
| 项目七 常用半导体器件 .....             | 129 |
| 任务一 认识二极管 .....               | 130 |
| 一、二极管的结构与分类 .....             | 130 |



|                           |            |
|---------------------------|------------|
| 二、二极管的特性 .....            | 130        |
| 三、二极管的主要参数 .....          | 131        |
| 四、典型二极管的识别及其实际应用 .....    | 132        |
| 课堂实践 判别二极管的极性和好坏 .....    | 133        |
| 任务二 认识三极管 .....           | 135        |
| 一、三极管的结构与分类 .....         | 135        |
| 二、三极管的电流放大作用 .....        | 136        |
| 三、三极管的工作状态 .....          | 137        |
| 四、三极管的主要参数 .....          | 138        |
| 课堂实践 判别三极管的管脚 .....       | 139        |
| 思考与练习 .....               | 141        |
| <b>项目八 汽车常用电子电路</b> ..... | <b>143</b> |
| 任务一 认识整流电路 .....          | 144        |
| 一、单相桥式整流电路的结构 .....       | 144        |
| 二、单相桥式整流电路的工作原理 .....     | 145        |
| 三、单相桥式整流电路的应用 .....       | 145        |
| 四、单相半波整流电路 .....          | 146        |
| 课堂实践 家用调光台灯电路的制作 .....    | 146        |
| 任务二 认识滤波电路 .....          | 148        |
| 一、电容滤波电路 .....            | 148        |
| 二、电感滤波电路 .....            | 149        |
| 课堂实践 测量复式滤波电路的波形图 .....   | 150        |
| 任务三 认识稳压电路 .....          | 152        |
| 一、稳压管稳压电路 .....           | 152        |
| 二、三端集成稳压器 .....           | 153        |
| 课堂实践 测试简单直流电源电路 .....     | 153        |
| 任务四 认识基本放大电路 .....        | 155        |
| 一、共射极放大电路 .....           | 155        |
| 二、共射极放大电路的静态分析 .....      | 156        |
| 三、放大电路的主要性能指标 .....       | 157        |
| 四、多级放大电路 .....            | 158        |
| 课堂实践 调试三极管的静态工作点 .....    | 160        |



|                      |         |
|----------------------|---------|
| 任务五 认识集成运算放大器        | 161     |
| 一、集成运算放大器的组成及主要参数    | 161     |
| 二、负反馈放大电路            | 163     |
| 三、集成运算放大器的应用电路       | 164     |
| 课堂实践 观察负反馈对放大电路性能的影响 | 165     |
| 任务六 认识汽车常用电子电路       | 167     |
| 一、汽车充电电路             | 167     |
| 二、汽车电子点火电路           | 170     |
| 课堂实践 观察汽车充电电路        | 171     |
| 思考与练习                | 172     |
| <br>项目九 数字电子技术       | <br>175 |
| 任务一 数字电路的基础知识        | 176     |
| 一、数字电路概述             | 176     |
| 二、数制                 | 176     |
| 三、BCD 编码             | 178     |
| 课堂实践 转换数制            | 178     |
| 任务二 认识逻辑门电路          | 180     |
| 一、基本逻辑门              | 180     |
| 二、复合逻辑门              | 182     |
| 三、集成逻辑门              | 183     |
| 课堂实践 绘制逻辑电路的输出波形     | 186     |
| 思考与练习                | 187     |
| <br>项目十 汽车电子控制系统     | <br>189 |
| 任务一 认识电子控制模块         | 190     |
| 一、电子控制模块概述           | 190     |
| 二、输入信号处理器            | 191     |
| 三、存储器                | 191     |
| 四、微处理器               | 192     |
| 五、输出信号处理器            | 193     |
| 课堂实践 观察电子控制模块        | 194     |
| 任务二 认识传感器            | 195     |
| 一、速度传感器              | 195     |



|                  |     |
|------------------|-----|
| 二、温度传感器 .....    | 196 |
| 三、流量传感器 .....    | 197 |
| 四、压力传感器 .....    | 198 |
| 课堂实践 观察传感器 ..... | 198 |
| 任务三 认识执行器 .....  | 200 |
| 一、线性电磁阀 .....    | 200 |
| 二、回转电磁铁 .....    | 200 |
| 三、电磁真空执行器 .....  | 201 |
| 四、继电器 .....      | 201 |
| 五、电动机 .....      | 201 |
| 课堂实践 观察执行器 ..... | 201 |
| 思考与练习 .....      | 202 |
| 参考文献 .....       | 204 |



## 项目一 用电知识

### 【知识目标】

- ◎ 了解电及电工电子产品在汽车工业中的应用。
- ◎ 了解实训室的电源配置及常用电工工具和仪器仪表。
- ◎ 了解实训室的操作规程及安全用电的规定。
- ◎ 了解人体触电的类型及常见原因。
- ◎ 了解电器防雷、防火和防爆的知识。

### 【技能目标】

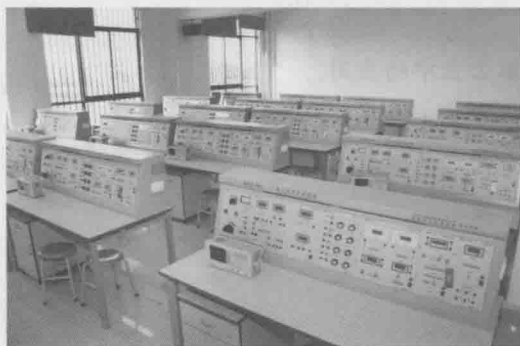
- ◎ 掌握防止触电的保护措施及触电现场的紧急处理措施。
- ◎ 掌握电气火灾的防范及扑救常识。

## 任务一 认识实训室

“汽车电工电子基础”是一门教学与实践紧密结合的课程。在实训中,使同学们掌握汽车工业中的电工电子技术方面的基础知识和基本技能,为在后续课程和今后的生活工作中奠定基础。

### 一、电源及电工电子仪表的认识

实训室的环境布局和基本设施如图 1-1 (a) 所示。实训室的主要设备是实训操作台,如图 1-1 (b) 所示。实训操作台由电源、控制开关、电压及电流指示仪表、信号发生器、各种单元控制电路等组成,一般的电工实验实训都可以在操作台上完成。



(a)



(b)

图 1-1 实训室的环境布局和实训操作台

#### 1. 电源

实训室中的电源分为直流电源和交流电源,主要用于为电路提供电能。

直流电源用符号“—”或字母“DC”表示,它由 220 V 交流电源经过降压、整流、滤波、稳压等特殊处理后获得。

交流电源用符号“~”或字母“AC”表示,室内照明灯、计算机、电烙铁等使用的都是交流电。我国的民用电压为 220 V,工业电压为 380 V。



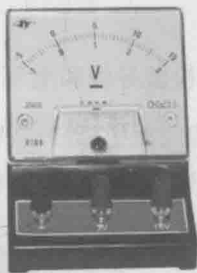
## 2. 常用电工电子仪表

### (1) 电压表

电压表用于测量电路两端的电压，分为直流电压表和交流电压表，在表盘上分别用“V或 $\bar{V}$ ”和“ $\bar{V}$ ”表示，如图 1-2 (a) 所示。

### (2) 电流表

电流表用于测量电路两端的电流，分为直流电流表和交流电流表，在表盘上分别用“A或 $\bar{A}$ ”和“ $\bar{A}$ ”表示，如图 1-2 (b) 所示。



(a) 电压表



(b) 电流表

图 1-2 电压表和电流表

### (3) 万用表

万用表是一种多功能、多量程的便携式电工仪表，它不但可以测量直流电压、直流电流、交流电压、电阻，还可以测量电容、二极管、三极管等元器件参数。常用的万用表类型有指针式万用表和数字式万用表两种。

### (4) 钳形电流表

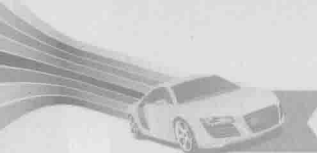
钳形电流表可以在不断电的情况下测量交流电流，在某些不方便断开电源测量的情况下有很广泛的应用。钳形电流表虽然使用方便但是也有测量精度不高的缺点。

### (5) 兆欧表

兆欧表又称绝缘电阻表或摇表，是测量绝缘电阻的仪表，其刻度单位是  $M\Omega$ （兆欧[姆]）。兆欧表主要用于测量变压器、电动机、电缆线、电气设备等的绝缘电阻，是电力、邮电、通信、机电安装和维修，以及利用电力作为工业动力或能源的工业企业部门的常用仪表。

## 二、实训常用工具

实训室常用的工具主要有螺丝刀、试电笔、钢丝钳、尖嘴钳、剥线钳、电工刀等。



## 1. 螺丝刀

螺丝刀又称起子、改锥或螺丝批，是用于紧固或拆卸带槽螺钉的旋具。螺丝刀的样式和尺寸规格较多，按头部形状不同主要分为一字形和十字形两种，如图 1-3 所示。

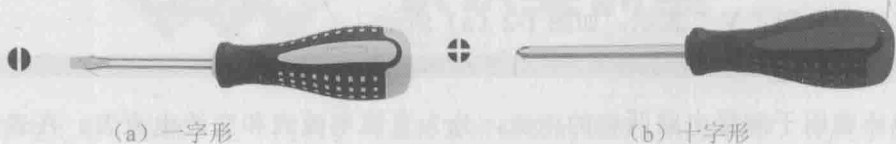


图 1-3 螺丝刀

## 2. 试电笔

试电笔又称验电笔、测电笔，简称电笔，是用于检验导线和电气设备是否带电的辅助安全工具。常见的试电笔有螺丝刀式和数字显示式等，如图 1-4 所示。

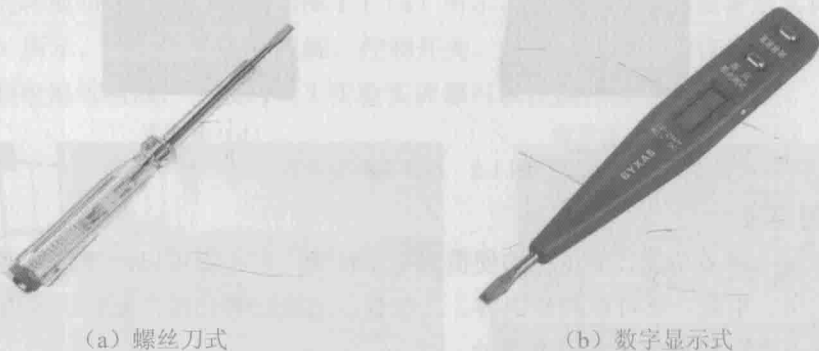


图 1-4 试电笔



### 小提示

试电笔电压测量范围在 60~500 V。使用时，手指需要与笔尾金属相接触，使电流经电笔和人体与大地形成回路，笔中氖管才能发光。

## 3. 钢丝钳

钢丝钳又称老虎钳，由钳头和钳柄两部分组成，如图 1-5 所示。它可用于剪切、夹持或弯绞导线、金属丝，也可用于紧固或旋松螺母、剖削导线绝缘层或掀拔铁钉。钢丝钳的钳柄上套有绝缘胶套，可以防止人体触电。胶套外表面凹凸不平的花纹是为了增大摩擦。

## 4. 尖嘴钳

尖嘴钳是电工常用工具之一，由尖头、刀口和钳柄组成，如图 1-6 所示。它适用于在



狭小空间内操作，其功能与钢丝钳相近。

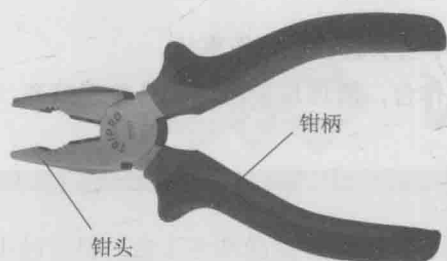


图 1-5 钢丝钳



图 1-6 尖嘴钳

### 5. 剥线钳

剥线钳是供电工剥除电线头部的表面绝缘层用，如图 1-7 所示。剥线钳可剥削截面积为  $6\text{ mm}^2$  以下的塑料电线或橡胶电线。使用剥线钳剥线时，先将要剥削的绝缘层长度用压线口定好，然后将导线放入相应的刃口中（比导线直径稍大），用手将钳柄一握，导线的绝缘层即被割断，且自动弹出。

### 6. 电工刀

电工刀适用于剖削导线的绝缘层及切割木桩、绳索、软性金属等，如图 1-8 所示。用电工刀剖削导线绝缘层时，刀面应与导线呈小于  $45^\circ$  的锐角，以免伤及线芯。电工刀的刀柄是无绝缘保护的，严禁带电操作。

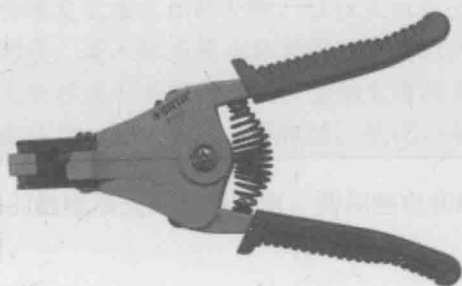


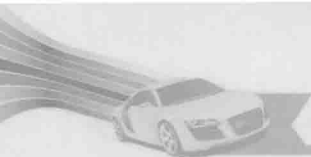
图 1-7 剥线钳



图 1-8 电工刀

## 三、实训室操作规程

- ① 进入实训室时必须做好课前准备，与实训无关的物品不得带入实训室内。
- ② 不允许在实训室内追跑打闹，不得喧哗，不做与实训无关的事情。
- ③ 严格遵守操作规程，不得擅自打开电源，没有老师的允许不得带电操作。



④ 实训时要随时保持台面整洁，将需要的工具放在实训台上的指定位置，不需要的工具放回工具箱中。

⑤ 要正确使用各种电工工具，避免因操作不当引起机械损伤事故。

⑥ 实训结束时，要切断所有电源。清洁工作台，清理垃圾，将工具整理整齐，仪器仪表恢复原位。离开时应关闭门窗。

## 课堂实践 参观实训室

在老师带领下参观学校实训室，观察各个仪器仪表并练习使用螺丝刀、钢丝钳、剥线钳等工具。熟记实训室操作规程，并观看安全教育视频。

### 评一评

根据本任务完成情况进行评价，将评价结果填入表 1-1 中。

表 1-1 任务评价表

| 姓名        |                                     | 互评人  |     |     |
|-----------|-------------------------------------|------|-----|-----|
| 项目        | 考核要求                                |      | 自评分 | 互评分 |
| 仪器仪表使用练习  | 在实训老师的指导下熟悉并练习使用各仪器仪表               |      |     |     |
| 熟记实训室操作规程 | 熟记实训室各操作规程，观看安全教育视频并讨论还需要注意杜绝哪些安全隐患 |      |     |     |
| 评价        |                                     | 教师签名 |     |     |