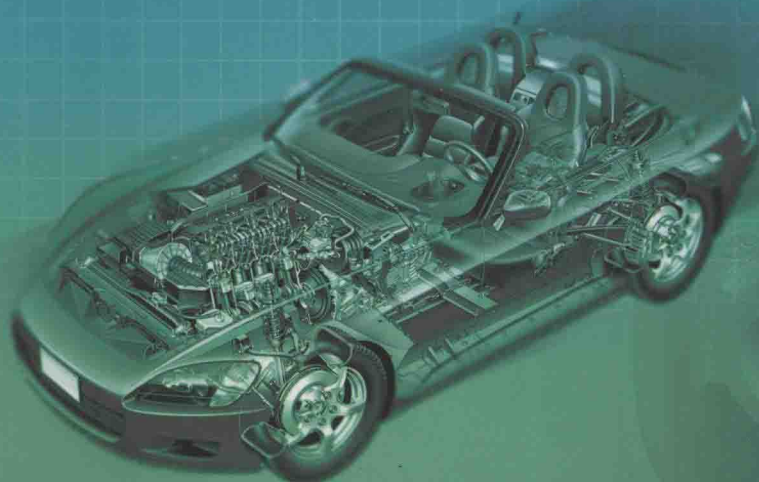


职业教育汽车专业改革创新示范教材

汽车

电工电子技术基础



段京华 © 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

配电子课件

职业教育汽车专业改革创新示范教材

汽车电工电子技术基础

主 编 段京华

副主编 朱永旭

参 编 吕 草 孙丽丽 李玉玉



机 械 工 业 出 版 社

本书根据汽车专业岗位知识需求和工作过程,分为九个项目,每个项目由若干个任务组成,每个任务又分为相关知识、任务实施两个部分,做到理论与实践并进。主要内容包括操作安全与万用表的使用、基本电工元件介绍、电路基本知识、交流信号的测量、二极管及其运用、晶体管及其运用、锡焊基本知识、数字电路、电控基本知识。内容密切贴合汽车行业,紧紧围绕现代汽车电路的组成,以必需、够用为原则,根据岗位知识要求,对教学内容进行重组,对不同教学内容及课时进行了调整。本书突出课程的实用性,积极探索理论实践相结合的有效途径,以及与后续专业课的有效对接,为学生进一步的学习打下坚实的基础。

本书适合作为职业院校汽车运用与维修、汽车制造与维修专业教材,也可作为工程技术人员的参考资料。

为方便教学,本书配有电子课件,凡选用本书作为授课教材的老师均可登录 www.compedu.com 免费注册下载电子课件。编辑咨询电话:010-88379865。机工社汽车教材交流 QQ 群:220811574。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电工电子技术基础/段京华主编. —北京:机械工业出版社,2012.6
职业教育汽车专业改革创新示范教材
ISBN 978-7-111-38648-3

I. ①汽… II. ①段… III. ①汽车-电工-中等专业学校-教材②汽车-电子技术-中等专业学校-教材 IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 117838 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:曹新宇 责任编辑:宋学敏 张利萍

版式设计:霍永明 责任校对:肖琳

封面设计:赵颖喆 责任印制:杨曦

北京市朝阳区展望印刷厂印刷

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·9.75 印张·240 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-38648-3

定价:22.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.compedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书为职业教育汽车运用与维修、汽车制造与维修等专业教材。内容密切贴合汽车行业，紧紧围绕现代汽车电路的组成进行编写，以必需、够用为原则，根据岗位知识要求，对教学内容进行重组，对不同教学内容及课时进行了调整。本书突出课程的实用性，积极探索理论与实践相结合的有效途径，以及与后续专业课的有效对接，为学生进一步的学习打下坚实的基础。

在本书的编写过程中，编者充分利用安徽省汽车工业学校汽车维修实训中心（省级实训基地）的教学资源，采用任务驱动、理论与实践一体化等行为导向教学模式，帮助教师开展现场教学、实验和实训教学，为学生日后职业综合能力的训练奠定基础。

本书根据汽车专业岗位知识需求和工作过程，分为九个项目，每个项目由若干个任务组成，每个任务分为相关知识和任务实施两个部分编写，做到理论与实践并进。“相关知识”部分介绍理论，既可以用作教师的讲课内容，也可以作为学生的学习参考；“任务实施”部分介绍需要完成的任务，详细地介绍每个步骤，让教师通过“做”，将知识、经验和能力传授给学生，让学生通过“做中学、学中做”，不断反复，直至掌握，使学生在每次任务完成之后都有成就感，以此提高学生的学习兴趣及解决实际问题的能力，让学生在实践中加深对理论知识的理解。

本书由安徽省汽车工业学校段京华任主编，朱永旭任副主编。具体分工如下：项目一、项目三由段京华编写，项目七、项目八由吕草编写，项目二、项目五由孙丽丽编写，项目四、项目六由朱永旭编写，项目九由李玉玉编写。

本书在编写过程中，得到了安徽省汽车工业学校和江淮汽车股份有限公司的大力支持，在此谨致感谢。

由于编者的水平有限，加之时间仓促，对任务驱动和课堂与实践一体化教学法的认识不深，书中难免存在错误和不妥之处，恳请读者批评指正。

编 者

目 录

前言	任务二 桥式整流电路的制作	81
项目一 操作安全与万用表的使用	1	88
任务一 课程介绍和操作安全	1	88
任务二 万用表的使用	7	94
项目二 基本电工元件介绍	11	99
任务一 电阻的认识和测量	11	104
任务二 电容的认识与测量	19	111
任务三 导线和插接器的认识	25	115
项目三 电路基本知识	30	124
任务一 电路的状态	30	136
任务二 电路基本物理量的测量	33	141
任务三 串并联电路的制作	41	146
任务四 基尔霍夫定律的验证	46	152
项目四 交流信号的测量	53	
任务一 信号发生器的使用	53	
任务二 示波器的使用	58	
任务三 观察不同的电信号	67	
项目五 二极管及其运用	73	
任务一 二极管的测量	73	
任务二 晶体管及其运用	88	
任务一 晶体管的认知与检测	88	
任务二 放大电路的制作	94	
任务三 开关电路的认识与检测	99	
项目六 晶体管及其运用	88	
任务一 认识锡焊与焊接元器件	104	
任务二 放大电路实物制作	111	
项目七 锡焊基本知识	104	
任务一 简单逻辑门电路	115	
任务二 组合逻辑电路	120	
项目八 数字电路	115	
任务一 汽车电控系统简介	124	
任务二 冷却液温度传感器的认识与检测	131	
任务三 节气门电位计的认识与检测	136	
任务四 继电器的认识与检测	141	
任务五 执行机构的认识与检测	146	
项目九 电控基本知识	124	
参考文献	152	

项目一

操作安全与万用表的使用

【项目描述】

本项目对汽车电工电子技术基础课程进行了一个简单的介绍，同时介绍了实验操作规程和操作安全；并通过蓄电池的拆装，使同学们在实操的过程中明白操作规程的指导性和操作安全的重要性；通过万用表的使用介绍，使学生熟悉基本仪器的测量步骤，并建立严谨的测量和记录观念。

【学习目标】

学习本项目，使学生能对本课程有初步的认识，学会在实训过程中按照操作规程进行操作并注意操作的安全性，熟悉数字万用表的结构和掌握其简单的测量步骤。

任务一 课程介绍和操作安全

【任务分析】

汽车电工电子技术基础是一门实际操作比较多的课程，跟电的接触比较多。因此，在课程开始的时候，有必要对同学们在实训场地和工作中的操作安全进行说明，使同学们树立严格的操作程序观念，以确保操作安全。

【教学课时】

2 课时。

【教学目标】

知识目标：对本课程建立基本认识，了解操作规程及操作安全知识。

技能目标：学会在实训过程中按照操作规程进行操作并注意操作的安全性。

情感目标：建立“安全第一”的操作意识。

【教学重点】

熟悉实训项目的操作规程。

【教学难点】

时刻注意实训过程中的安全性。

【教学场地】

汽车电工电子实训场地。

一、相关知识

1. 课程介绍

汽车电工电子技术基础是汽车类专业的一门专业基础课。其任务主要是讲授电学的三个基础部分,即电工学、模拟电路、数字电路,在此基础上介绍与汽车相关的电学基础知识。通过课程的学习使学生建立起一个基本的电学构架,从而能够分析电路、独立制作简单电路,并为学生下一阶段汽车电气、汽车电控的学习打下坚实的基础。通过有关汽车电路的系统学习,奠定持续发展的基础,使得学生在生产实践中能够发现问题、分析问题、解决问题,在建立强烈责任感的同时,具备很好的团队协作能力和沟通能力,为以后在工作岗位从事相关工作打下基础。

2. 操作规程

实训课程中,应该注意以下操作规程:

- 1) 上实训课时首先要认真听老师的讲解,明确实验中的相关问题。
- 2) 在进入指定实训位置后,首先要检查 220V 交流电源插座和有关开关的位置,检查实训所需的元器件、仪器、仪表和测试线等是否齐全和符合要求。
- 3) 实验电路的组装和实验仪器的连线必须按要求进行,一般不要随意改动。
- 4) 在进行实验电路的调整测试前,必须首先调整好直流电源,使其极性和电压大小符合实验要求,才能接入实验电路。
- 5) 实验过程要按实验步骤进行,同组人员应有分工,互相配合,不能一人包办。实验过程中,遇到问题要共同研究,找出解决问题的正确方法并及时与老师沟通。
- 6) 实验过程中应及时观察实验现象、分析所测的数据,判断是否合理,如有问题应及时查找原因。
- 7) 实验结束后应首先切断电源,实验结果经指导老师确认后方可拆除实验电路。整理好仪器设备,清理好实验现场,方可离开实训场地。

3. 操作安全

电工电子实训安全包括人身安全和仪器设备安全,实验者必须具备一定的安全常识,遵守实验安全规则,才能避免发生人身伤害事故,防止损坏实验仪器设备。

(1) 人身安全

- 1) 实验前应搞清楚电源开关、熔断器、插座的位置,了解其正确的操作方法,并检查其是否安全可靠。
- 2) 检查仪器设备的电源线、实验电路中有强电通过的连接线等有无良好的绝缘外套,其芯线不得裸露。
- 3) 实验过程中一定要养成良好的操作习惯,先连接实验电路,待检查无误后方可接通电源,实验完毕后,先切断电源后拆实验电路。
- 4) 实验时万一发生触电事故或其他异常现象,不要惊慌失措,应立即切断电源。当距离电源开关较远时,可使用绝缘器具将电源切断,使触电者立即脱离电源,并保护现场,报告指导老师检查事故原因。

(2) 仪器设备安全

- 1) 在使用仪器设备前,应先了解其性能和操作方法,按操作程序正确使用,切不可盲目操作。要树立爱护公物的良好习惯,实验中不得随意扳动、旋转仪器面板上的旋钮和开

关，使用时不得用力过猛，不得乱动与本次实验无关的仪器和设备。

2) 实验时注意力要集中，随时观察仪器及实验电路的工作情况，如有异常现象，应立即切断电源，待查明原因并排除故障后，方可重新通电。

3) 仪器设备使用完毕后，将面板上各旋钮、开关置于合适的位置，并关掉电源。

二、任务实施

1. 实训器材

汽车一辆；套筒、活扳手。

2. 注意事项

- 1) 保证人员的安全。
- 2) 保证设备无损坏。
- 3) 保持工作环境的整洁。
- 4) 熟练掌握实训的基本流程。

3. 蓄电池的拆装和检测

- 1) 将点火开关置于“断开”位置打开发动机舱盖，如图 1-1 所示。
- 2) 拆开蓄电池固定夹板和正、负极电缆固定夹，如图 1-2、图 1-3 所示。

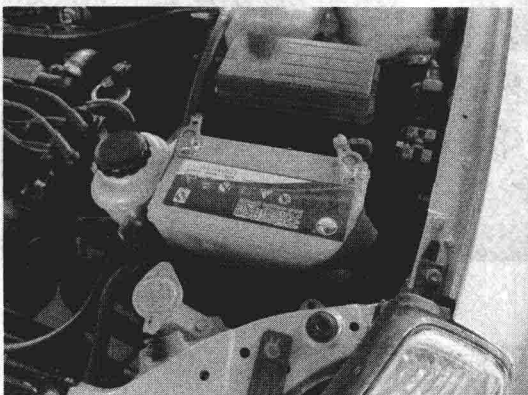


图 1-1 打开发动机舱盖



图 1-2 拆开蓄电池负极电缆固定夹

- 3) 拧松蓄电池正、负极柱上的电缆接头固紧螺栓，取下电缆，如图 1-4 所示。

注意：拆卸蓄电池时，应先拆卸负极电缆，后拆卸正极电缆。否则活扳手万一搭铁会导致蓄电池短路放电。

4) 检查壳体上有无裂纹和电解液渗漏痕迹，检查电解液密度和液面高度是否符合技术要求，如图 1-5 所示。

5) 判别蓄电池正、负极柱（一般红色为正极，黑色为负极或正极处标有“+”，负极处标有“-”）和正、负电缆端子，确认安装位置，然后将蓄电池安放到固定架上。

6) 将正、负电缆端子分别与正、负极柱连接，如图 1-6、图 1-7 所示。

7) 在正、负极柱及其电缆端子上，涂抹一层润滑脂，以防极柱和端子氧化腐蚀。

8) 安装固定夹板，拧紧夹板固紧螺栓。



图 1-3 拆开蓄电池正极电缆固定夹



图 1-4 拆卸后的正、负极电缆



图 1-5 观察蓄电池壳体



图 1-6 安装蓄电池正极电缆固定夹



图 1-7 安装蓄电池负极电缆固定夹

4. 任务报告

姓名: _____

班级: _____

组号: _____

项 目	操作要点及规范	完 成 情 况	结 果 说 明
1. 将点火开关置于“断开”位置		☐ 是 ☐ 否	
2. 拆开蓄电池固定夹板和正、负极电缆固定夹		☐ 是 ☐ 否	
3. 拆卸蓄电池正负极	拆卸蓄电池时, 应先拆卸负极电缆, 后拆卸正极电缆	☐ 是 ☐ 否	
4. 外观检查	检查壳体上有无裂纹和电解液渗漏痕迹, 检查电解液密度和液面高度是否符合技术要求	☐ 是 ☐ 否	
5. 蓄电池安装	判别蓄电池正、负极柱和正、负电缆端子, 确认安装位置, 然后将蓄电池安放到固定架上	☐ 是 ☐ 否	
6. 连接正负极柱	将正、负电缆端子分别与正、负极柱连接	☐ 是 ☐ 否	
7. 涂抹润滑脂	在正、负极柱及其电缆端子上, 涂抹一层润滑脂, 以防极柱和端子氧化腐蚀	☐ 是 ☐ 否	
8. 固定蓄电池	安装固定夹板, 拧紧夹板固定螺栓	☐ 是 ☐ 否	
在小组中你的任务是什么			
你遇到了什么困难? 你怎样解决			
在本实训中需要注意哪些事项			
教师点评			
成绩		指导老师	

5. 学生作业评分表

开始时间:

结束时间:

学生姓名:

成绩:

序号	作业说明	配分	作业内容	评分标准	扣分	得分
1	穿戴个人防护用品及安全操作	10	正确穿戴个人防护用品	不按规定穿戴, 每项扣 1 分, 扣完为止		
		10	安全操作	出现安全事故扣 10 分 (操作全过程中); 严重者指导教师有权终止其操作		
2	蓄电池拆卸	5	将点火开关置于“断开”位置	没有操作或者操作错误扣 5 分		
		5	拆开蓄电池固定夹板和正、负极电缆固定夹	操作错误扣 5 分		
		10	拆卸蓄电池正、负极	操作错误扣 5 分		
3	蓄电池检查	10	检查壳体上有无裂纹和电解液渗漏痕迹, 检查电解液密度和液面高度是否符合技术要求	没有检查壳体扣 5 分, 没有检测电解液密度和高度各扣 5 分		
4	蓄电池安装	5	判别蓄电池正、负极柱和正、负电缆端子, 确认安装位置, 然后将蓄电池安放到固定架上	不能正确操作扣 5 分		
		10	将正、负电缆端子分别与正、负极柱连接	正、负极接错扣 10 分		
		5	在正、负极柱及其电缆端子上, 涂抹一层润滑脂, 以防极柱和端子氧化腐蚀	忘记涂抹润滑脂扣 5 分		
		10	安装固定夹板, 拧紧夹板紧固螺栓	不能正确操作扣 10 分		
5	安全文明操作	10	5S ^①	不尊重指导教师扣 4 分; 操作完毕后, 不进行工位清洁、工具设备复位、废物统一收纳各扣 2 分, 扣完为止		
6	时间限制	10		超时 1min 扣 1 分, 超过 10min 终止操作并扣 10 分		
7	合计	100				

① 5S 是指整理 (SEIRI)、整顿 (SEITON)、清扫 (SEITO)、清洁 (SEIKETSU)、素养 (SHITSUKE)。

教师签名:

学生签名:

年 月 日

任务二 万用表的使用

【任务分析】

本课题通过对万用表的介绍,了解汽车电器基本的测量工具,认识万用表的结构,熟悉万用表的测量步骤。

【教学课时】

2 课时。

【教学目标】

知识目标:认识万用表的基本结构,了解万用表的作用。

技能目标:熟悉万用表的操作,会使用万用表测量导线是否短路。

情感目标:树立严格的测量和记录观念,会定性地描述电气设备的状态。

【教学重点】

利用万用表严格地测量蓄电池和正确地读取结果。

【教学难点】

树立严格的测量和记录观念。

【教学场地】

汽车电工电子实训场地。

一、相关知识

1. 万用表概述

万用表是一种多用途的测量工具,广泛地应用于汽车电气设备的检测中。万用表的用途主要有:测量直流电压、电流,测量交流电压、电流,测量电阻阻值,测量电容容量,判断导线是否短路,判别二极管极性以及晶体管的引脚等。某些汽车专用的万用表还可以测量温度、发动机转速等信息。

万用表根据其工作原理可以简单分为两类:一种使用电磁感应的原理,称为指针式万用表,其突出的特征是表头有一个摆动的指针。另一种万用表已经完全数字化,称为数字万用表(DMM, Digital MultiMeter)。在数字万用表中,被测量信号被转换成数字电压并被数字的前置放大器放大,然后由数字显示屏直接显示出来,这样就避免了在读数时视觉带来的偏差。旧式模拟仪表的基本精度约为 5% ~ 10%, 现代便携式数字万用表则可以达到 $\pm 0.025\%$ 。

2. 万用表的结构

(1) 表头 如图 1-8 所示,数字万用表的表头一般都是 4 位 LED,三位可以显示 0 ~ 9,首位只能显示 0、1 和 -1 三种状态。因此,数字万用表可以显示 0.001 ~ 1999,对于负数一般是因为电流或电压的方向与规定的方向相反,应予以交换红、黑表笔的连接点。对于小于 0.001 的数,一般用 0 来显示,对于大于 1999 的数,则显示 1,后面三位全部不予显示。数据读取时,直接在表头上读取,应注意加上单位。

(2) 功能按钮 专用万用表的功能按钮比较多,普通的数字万用表主要有以下几个功能按钮。

ON/OFF 按钮:电源开关。

HOLD 按钮：用于保持表头的的数据。

(3) 功能旋钮 功能旋钮如图 1-9 所示，可手动转换以选择量程。



图 1-8 数字万用表的板面



图 1-9 功能旋钮

(4) 表笔插孔 普通的数字万用表有 3~4 个表笔插孔。这里主要以 3 个表笔的插孔进行介绍。

COM 孔：固定的黑表笔插孔，测电压和电流时认为是负极。

Ω VmA 孔：测量电阻、电压和毫安级电流时的红表笔插孔，测电压和电流时认为是正极。

A 孔：红表笔插孔用来测量安培级的电流。

对于 4 个表笔插孔的数字万用表，一般测量毫安电流时单独用一个插孔。

(5) 其他插孔 对于某些数字万用表，除了具有基本的测量电压、电流和电阻的能力外，还可以测量电容的容量、晶体管的引脚、温度、波形的占空比和频率等物理量。因此就需要单独的信号输入端，在后面项目中，会给大家陆续介绍。

3. 操作注意事项

使用前，应认真阅读有关的使用说明书，熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插孔的作用。

1) 将 ON/OFF 开关置于 ON 位置，检查 9V 电池，如果电池电压不足，将显示在显示器上，这时则需更换电池。如果显示器没有显示，则按以下步骤操作。

2) 测试笔插孔旁边的符号，表示输入电压或电流不应超过指示值，这是为了保护内部线路免受损伤。

3) 测试之前，功能开关应置于所需要的量程上。

二、任务实施

1. 实训器材

数字万用表；导线。

2. 注意事项

1) 保证人员的安全。

2) 保证设备无损坏。

3) 保持工作环境的整洁。

4) 熟练掌握实训的基本流程。

3. 数字万用表的使用

1) 观察数字万用表，数字万用表外形如图 1-10 所示。

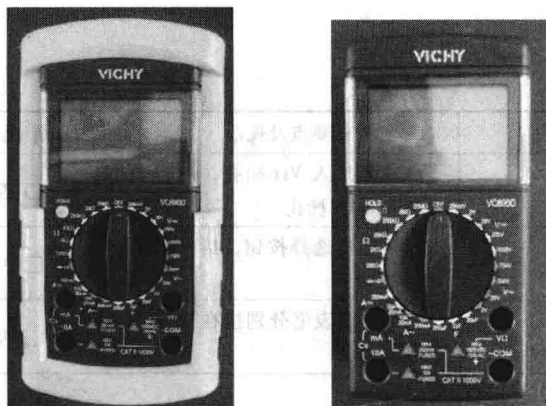
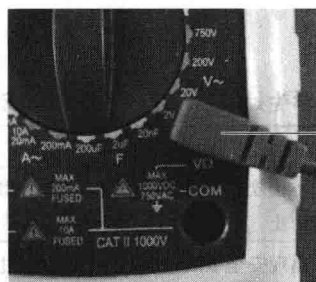
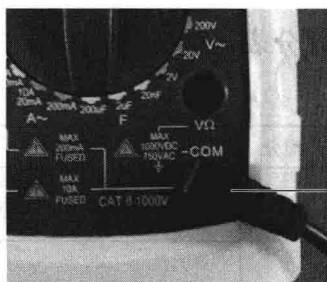


图 1-10 数字万用表外形

2) 插入表笔, 红表笔插入 $V\Omega$ 插孔, 如图 1-11a 所示, 黑表笔插入 COM 插孔, 如图 1-11b 所示。



a) 红表笔插孔



b) 黑表笔插孔

图 1-11 插入红、黑表笔

- 3) 选择档位, 调节档位选择按钮, 指向蜂鸣器档位, 如图 1-12 中箭头所示。
- 4) 打开电源, 将红、黑表笔短接, 如图 1-13 所示, 仔细听蜂鸣器是否发出声音。
- 5) 将红、黑表笔放置在待测导线两端, 测量导线是否接通。
- 6) 仪表复位。

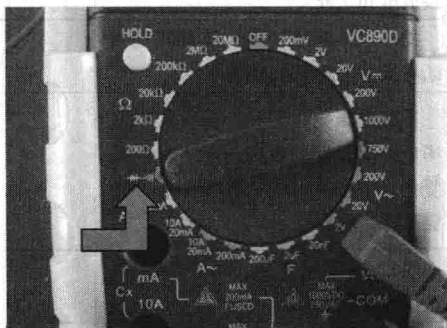


图 1-12 选择档位



图 1-13 红、黑表笔短接示意图

4. 任务报告

姓名：

班级：

组号：

项 目	操作要点及规范	完 成 情 况	结 果 说 明
1. 插入表笔	红表笔插入 V Ω 插孔，黑表笔插入 COM 插孔	☐ 是 ☐ 否	
2. 选择档位	调节档位选择按钮，指向蜂鸣器档位	☐ 是 ☐ 否	
3. 测量短路现象	将红、黑表笔分别接在待测导线两端	☐ 是 ☐ 否	
在小组中你的任务是什么			
你遇到了什么困难？你怎样解决			
在本实训中需要注意哪些事项			
教师点评			
成绩		指导老师	

5. 学生作业评分表

开始时间：

结束时间：

学生姓名：

成绩：

序号	作 业 说 明	配 分	作 业 内 容	评 分 标 准	扣 分	得 分
1	穿戴个人防护用品及安全操作	10	正确穿戴个人防护用品	不按规定穿戴，每项扣 1 分，扣完为止		
		10	安全操作	出现安全事故扣 10 分（操作全过程中）；严重者指导教师有权终止其操作		
2	插入表笔	20	插入表笔，红表笔插入 V Ω 插孔，黑表笔插入 COM 插孔	不能区分正、负极扣 10 分；不按要求操作扣 10 分		
3	选择档位	10	调节档位选择按钮，指向蜂鸣器档位	不能正确选择档位扣 5 分，动作粗暴扣 5 分		
4	蜂鸣器发声	20	红、黑表笔短接	不能正确操作扣 15 分，长时间短接放电扣 5 分		
5	测量导线是否断开	20	将红、黑表笔分别接在待测导线两端	操作不正确扣 10 分，不能正确判断导线是否断开扣 10 分		
6	安全文明操作	5	5S	不尊重指导教师扣 4 分；操作完毕后，不进行工位清洁、工具设备复位、废物统一收纳各扣 2 分，扣完为止		
7	时间限制	5		超时 1min 扣 1 分，超过 5min 终止操作并扣 5 分		
8	合计	100				

教师签名：

学生签名：

年 月 日

项目二

基本电工元件介绍

【项目描述】

电工元件是电路中基本的组成部分，也是汽车电路和汽车电气设备中重要的组成元件，掌握相关的基础知识可以更好地了解汽车电气和电控的知识。

万用表是最常用的电工仪表之一，掌握万用表的使用方法很重要。在汽车检测中万用表是常用的检测工具，本项目着重介绍了使用万用表检测电工元件的方法。

【学习目标】

学习本项目，使学生能够正确地认识电工的基本元件，区分电阻、电容，判断导线的规格；熟练使用万用表判断电阻、电容的大小和好坏。

任务一 电阻的认识和测量

【任务分析】

水流在河道中流动，河道对水流有阻碍作用；同理，电流在导体中流动，导体对于电流存在阻碍作用。电阻元件就是限制电流流通的元件，在电路中有着广泛的应用。熟悉电阻的定义、大小，使用万用表判断其好坏，是检测汽车电器必备的能力。

【教学课时】

2 课时。

【教学目标】

知识目标：掌握电阻的种类、作用和表示方法。

技能目标：学会使用万用表去测量电阻，并能准确读出数值。

情感目标：学会思考，勤于动手。

【教学重点】

使用万用表测量电阻。

【教学难点】

电阻值的识读。

【教学场地】

汽车电工电子实训场地。

一、相关知识

1. 电阻的概述

在物理学中,用电阻(Resistance)来表示导体对电流阻碍作用的大小。导体的电阻越大,表示导体对电流的阻碍作用越大。不同的导体,电阻一般不同,电阻是导体本身的一种性质。电阻是对电流呈现阻碍作用的耗能元件。

电阻的阻值大小一般与温度有关,衡量电阻受温度影响大小的物理量是温度系数,其定义为温度每升高 1°C 时电阻值发生变化的百分数。电阻的主要物理特征是变电能为热能,也可以说它是一个耗能元件,电流经过它就会产生内能。电阻在电路中通常起分压、分流的作用,交流与直流信号都可以通过电阻。

电阻的文字符号为 R , 图形符号为: .

2. 电阻的单位

电阻的国际单位是欧姆,用符号 Ω 表示,还有千欧($\text{k}\Omega$)、兆欧($\text{M}\Omega$)、吉欧($\text{G}\Omega$)和太欧($\text{T}\Omega$)。换算关系如下:

$$1\text{M}\Omega = 10^3\text{k}\Omega = 10^6\Omega$$

$$1\text{T}\Omega = 10^3\text{G}\Omega = 10^9\Omega$$

3. 电阻的分类

电阻的种类繁多,按其阻值分为固定电阻和可变电阻;按其材料分为碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻和光敏电阻等。

(1) **碳膜电阻(RT)** 如图 2-1 所示,碳膜电阻是利用碳膜作导电层,通过改变碳膜的长度与厚度而改变电阻的大小。一般碳膜电阻误差较大,成本较低。

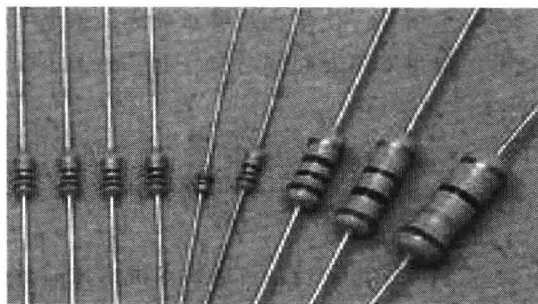


图 2-1 碳膜电阻

(2) **金属膜电阻(RJ)** 如图 2-2 所示,金属膜电阻是在真空中加热合金,合金蒸发,使瓷棒表面形成一层金属膜。相对于碳膜电阻,其体积小,噪声低,稳定性好,但成本稍高。

(3) **合成膜电阻(RH)** 如图 2-3 所示,合成膜电阻是将导电合成物悬浮液涂敷在基体上形成电阻,也叫做漆膜电阻。由于合成膜电阻的导电层呈现颗粒状结构,所以其噪声大、精度低,主要用于制造高压、高阻、小型电阻器。

(4) **氧化膜电阻(RY)** 如图 2-4 所示,氧化膜电阻是用铋和锡等金属盐溶液喷雾到炽热(约 550°C)的陶瓷骨架表面上沉积而成的。它具有抗氧化、阻燃、导电膜均匀、结合牢固等优点,但阻值范围较小。

(5) **实心电阻** 实心电阻分为有机实心电阻和无机实心电阻,如图 2-5 所示。它是把颗粒状导电物、填充料和粘合剂等材料混合均匀后加压在一起,然后装在塑料壳内组成的电阻器。

(6) **金属线绕电阻** 如图 2-6 所示,金属线绕电阻是用康铜或镍铬合金电阻丝在陶瓷骨架上绕制而成的。它分为可变和固定两种,其特点是工作稳定、耐热性能好、误差范围小,适用于大功率场合。额定功率一般为 1W 以上。