

中等职业教育“十三五”规划教材



中 职 中 专 教 育 精 品 教 材

汽车电气 构造与维修

主编 操林矫



上海交通大学出版社

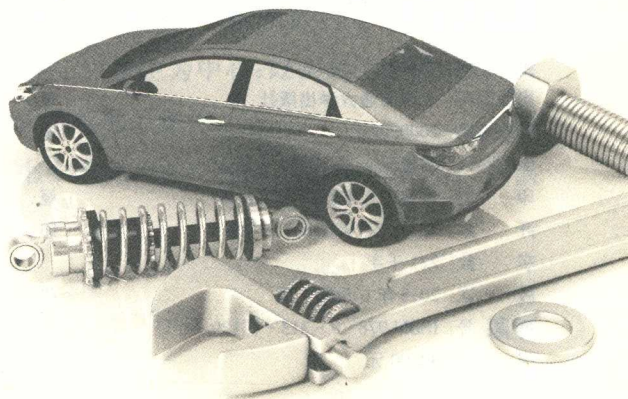
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

中等职业教育“十三五”规划教材

中 职 中 专 教 育 精 品 教 材

汽车电气 构造与维修

主编 操林矫



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本课程是汽车运用与维修专业的核心课程。本课程的目标是让学生掌握电子元件及基本电路常识,汽车电气系统的总体结构与布置,电源系统、起动系统、点火系统、灯光及警告系统、电子控制系统、车身辅助电气系统等电气系统的基本原理和常见操作,并在此基础上具备汽车电气设备常见故障诊断与维修的能力。

本课程以《机械基础》《电工与电子技术》《汽车材料》等课程为基础,也是进一步学习《汽车检测技术》《电控发动机》《汽车安全系统原理与维修》等高级工课程的基础。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气构造与维修 / 操林矫主编. —上海: 上海交通大学出版社, 2015
ISBN 978-7-313-13129-4

I. ①汽… II. ①操… III. ①汽车—电气设备—构造
②汽车—电气设备—车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 128200 号

汽车电气构造与维修

主 编: 操林矫

出版发行: 上海交通大学出版社

邮政编码: 200030

出 版 人: 韩建民

印 制: 常熟市大宏印刷有限公司

开 本: 787 mm×960 mm 1/16

字 数: 221 千字

版 次: 2015 年 6 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-313-13129-4/U

定 价: 42.00 元

地 址: 上海市番禺路 951 号

电 话: 021-64071208

经 销: 全国新华书店

印 张: 13.5

印 次: 2015 年 6 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者: 如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话: 0512-52621873

前 言

2010 年《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020)》的实施,为中国未来 10 年的教育改革和发展提供了明确的方向。《纲要》第三十二条提出“适应经济社会发展和科技进步的要求,推进课程改革,加强教材建设,建立健全教材质量监控制度”,强调了教材建设要和课程改革相结合,要体现职业教育的发展趋势,即满足学生学习生涯发展和适应社会经济发展的需要。

我国现有的中等职业学校的汽车专业教材大多是传统学科型教材,理论篇幅较大,课程内容与实践脱节,无法体现《纲要》精神,因此开发与研究以就业为导向、以能力为本位、以岗位需求和职业标准为依据的教材势在必行。

本教材以培养专业的汽车维修人才为出发点,参照实际工作流程,按教学需要进行加工,形成具有实施步骤的学习任务,重点在于培养学生汽车维修的实践能力。本教材具有职业教育的鲜明特点:以学生为中心;以实践为主线;以资源库为支撑;以实用性为原则;规范化,标准化和形象化。

由于编者水平有限和时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,恳请广大读者批评指正。

编者

2015 年 5 月

目 录

课题一 汽车电气设备常用维修工具与检测设备、电路	1
任务一 汽车电气设备常用维修工具与检测设备的使用、电路基本知识	1
课题二 蓄电池	14
任务一 蓄电池的结构认识、工作原理及维护	14
课题三 交流发电机	24
任务一 交流发电机的结构及检修	24
课题四 电源系	35
任务一 电源系线路、电源系故障诊断与排除	35
课题五 起动机	43
任务一 起动机构造、原理与检修	43
任务二 起动机的控制线路	53
课题六 起动系	60
任务一 起动系故障诊断与排除	60
课题七 点火系	67
任务一 传统点火系构造、原理与检修	67

任务二 电子点火系构造、原理与检修	80
课题八 照明与信号灯系统	93
任务一 照明与信号灯系统概述	93
课题九 前照灯	98
任务一 前照灯构造、原理与检修	98
课题十 转向灯、制动灯与倒车灯	104
任务一 转向、制动与倒车灯构造、原理与检修	104
课题十一 电喇叭	112
任务一 电喇叭的构造、工作原理与检修	112
课题十二 各种警示表	121
任务一 各种警示表的工作原理与检修	121
课题十三 空调系统	129
任务一 空调系统的组成、机构及工作原理	129
任务二 空调系统控制线路	137
任务三 空调系统的检修	144
课题十四 雨刮器	166
任务一 雨刮器的结构、工作原理与检修	166
课题十五 音响与电动门窗	175
任务一 音响与电动门窗结构、工作原理与检修	175
课题十六 全车电路	186
任务一 全车线路的组成与基本器材	186
任务二 全车电路图及线路分析	189

课题一 汽车电气设备常用维修工具与检测设备、电路

任务一 汽车电气设备常用维修工具与检测设备的使用、电路基本知识

教学时数：12 课时

1. 什么是电？

_____。

2. 日常生活中,电分为_____、_____和_____三种。

3. 直流电路的三个常用参数是：_____。

A. 电流 B. 电感 C. 电压 D. 电磁力 E. 电阻 F. 电容

4. 电压的单位是_____,用英文字母_____表示;电阻的单位是_____,用罗马字母_____表示;电流的单位是_____,用英文字母_____表示。

5. 数字万用表的使用:

(1) 将数字万用表红色表笔插入_____插孔、黑色表笔插入_____插孔。

(2) 将档位旋钮转至直流电压 20 档,箭头指向的符号是_____。

(3) 按下电源开关,此时屏幕上_____侧(左或右)显示的数字是:_____。

(4) 请同学们拆下你的手机电池,把红色表笔搭在电池正(+)极,黑色表笔



搭在电池负(一)极,此时屏幕上显示的读数是_____;将两只表笔的位置互换,屏幕上的读数为_____,通过以上操作你如何判断电源的正负极?

测量老师提供的蓄电池电压,屏幕读数为_____。

- (5) 将档位旋转变至交流电压 750 档,箭头指向的符号是_____,将两只表笔分别插入墙上两孔插座的两个孔内,此时屏幕读数为_____,两只表笔互换屏幕读数为_____,分析两个读数我们可以得出以下结论_____。

- (6) 关闭电源开关,将档位旋转变至电阻 20 M 档,此时箭头指向的符号是_____,打开电源开关,左右手指分别捏住一只表笔的金属笔尖,此时屏幕读数为:_____,两只表笔互换,此时屏幕读数为_____,分析两个读数我们得出如下结论_____。

_____。档位旋钮不动,测量老师给的喷油器的电阻,屏幕读数为_____,档位旋转变至 200 K,屏幕读数为_____,档位旋转变至 20 K,屏幕读数为_____,档位旋转变至 200 K,屏幕读数为_____,分析这几个读数,我们可以得出以下使用经验_____。

在发动机实验台上,打开点火开关测量喷油器的电阻,此时屏幕读数为_____,与先前元件测量的阻值比较_____ (相同还是不同),通

过上述比较可以得出测量汽车电气元件电阻时的注意事项是_____。

- (7) 关闭万用表电源开关,将档位旋钮转至直流电流 20 档,旋钮能转到该位置吗: _____,怎样才能转到该位置: _____。此时箭头指向的符号是 _____,断开蓄电池负极接线桩,将表笔分别搭在蓄电池负极和负极接线桩上,打开点火开关、按下喇叭按钮,此时万用表屏幕显示的读数为 _____,取下表笔读数为 _____,再加上表笔、屏幕上有读数时按下万用表上的 HOLD 键,取下表笔,屏幕此时有读数吗: _____ (有或没有),总结 HOLD 键的作用 _____。

万用表电压、电阻、电流的测量方法你掌握了吗?

6. 电子元件基本知识:

- (1) 下列电子元件中,是电阻的有 _____。

下列电子元件中,是二极管的有 _____。

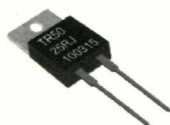
下列电子元件中,是三极管的有 _____。



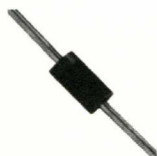
A



B



C



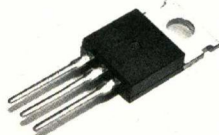
D



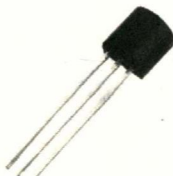
E



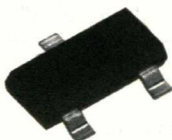
F



G



H



I



J

(2) 按以下要求接线:

(二极管 A 的单向通过性电路图) (发光二极管 B 的发光及单向通过性)

实验 1

实验 2

实验 1 说明二极管具有_____的特性;

实验 2 说明二极管还具有_____的特性。

用万用表测量二极管 A 正反向的电阻值分别为_____和_____,用

万用表测量二极管 B 正反向的电阻值分别为_____和_____。

现在你会判断二极管的好坏了吗?

_____。

(3) 按以下要求接线:

(三极管 C 的功率放大性能) (三极管 D 的截止性能)

实验 3

实验 4

实验 3 说明三极管具有_____的特性;

实验 4 说明三极管具有_____的特性;用万用表

分别测量三极管 C 三个脚的阻值分别为_____,_____和

_____;用万用表分别测量三极管 D 三个脚的阻值分别为_____,

_____和_____;现在你会判断三极管的好坏了吗?

_____。

【学材】

一、电

电是一种自然现象,是一种能量。自然界的闪电就是电的一种现象。电是像电子和质子这样的亚原子粒子之间产生的排斥力和吸引力的一种属性。它是自然界四种基本相互作用之一。电或电荷有两种:一种称为正电;一种称为负电。

二、电的分类

表 1-1 电 的 分 类

分 类	静 电	直、交流电
现 象	静止的电荷(通常存在于绝缘体内,如橡胶、毛皮、琥珀、云层等)	流动的电荷

续 表

分 类	静 电	直、交流电
放电时间	瞬间放电(皮秒~微秒),通常是由于击穿绝缘体导致的放电	持续放电(通常是存在于电路中的)
能 量	由大到小可为:闪电、脱毛衣、塑料尺等	由大到小可为:亿万伏发电机输出电、工业用电、民用电、电池等
人体感觉	通常不易感(除闪电外)	36 V 以上即可对人体造成伤害

直流电在日常生活中用电压、电阻和电流表示,欧姆定律指出电压、电流和电阻三者之间的关系为 $I = U/R$, 即 $R = U/I$ 。电压的单位是伏特,用英文字母 V 来表示;电阻的单位是欧姆,用罗马字母 Ω 表示;电流的单位是安培,用英文字母 A 表示。

三、万用表的使用

万用表主要用于测量阻值、电压、电流、频率、电容、二极管、三极管、温度等。

测电压可分为测直流电压和交流电压,测电流分为测直流电流和交流电流。测量电压时首先要判断所测的是交流电还是直流电压,根据不同的电压,选择对应的档位。如果不知道电压实际是交流电压还是直流电压,先将档位调至交流档位,从最大档位往最小档位转换,直至调到所需要的。刚开始用精度等级不重要,关键是看档位选择是否正确和万用表表笔插孔是否一致,如果测电压时将表笔插到电流的插孔中,电流档位一定会被烧坏。每次用完后必须将档位转换到交流电压档最大档位,表笔要插到电压插孔,养成好习惯。

普通二极管测正反向电阻,稳压二极管与 1 K 的电阻串联,测二极管的电压,慢慢使电压升高,可以测出稳压值和管子的好坏。

万用表各个档位功能如图 1-1 所示。

四、认识电阻、二极管和三极管

汽车是机电一体的,那么认识电阻、二极管、三极管及电容器是最基本的,下面我们将一起学习电阻、二极管、三极管及电容器的基础知识。

1. 电阻

电阻是电子电路常用元件,对交流、直流都有阻碍作用,常用于控制电路电流

和电压的大小,图 1-2 列出的是常用的电阻,电阻常识如表 1-2、表 1-3 所示。



图 1-1 万用表介绍

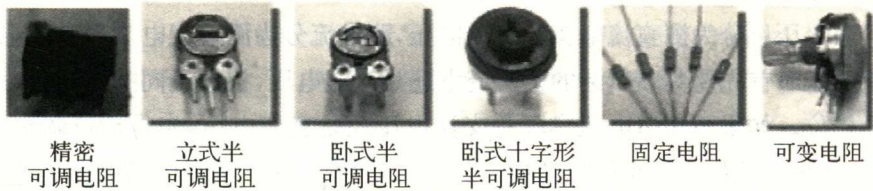
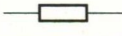


图 1-2 常用电阻

表 1-2 电 阻 常 识

符 号	R	 固定电阻符号
		 可调电位器符号
单 位	欧姆	Ω
	千欧	$k\Omega$
	兆欧	$m\Omega$
	吉欧	$g\Omega$
	太欧	$t\Omega$
功 率	瓦特	W

续 表

功 率	电阻器长时间连续工作而不损坏所允许的消耗的最大功率为电阻的额定功率	常用电阻的额定功率有： 1/16 W、1/8 W、1/4 W、1/2 W、1 W、2 W、3 W、5 W、8 W、10 W、15 W
分类与代表符号	RT	碳膜电阻
	RTX	小型碳膜电阻器
	RJ	金属膜电阻器
	RJX	小型金属膜电阻器
	RY	氧化膜电阻
	Rt	热敏电阻

表 1-3 电阻器的色标法

内容	第一位	第二位	第三位	第四位	第五位
颜色	第一位有效数据	第二位有效数据	乘数	允许误差	工作电压
黑色		0	10^0		50 V
棕色	1	1	10^1	$\pm 1\%$	
红色	2	2	10^2	$\pm 2\%$	
橙色	3	3	10^3		4 V
黄色	4	4	10^4		6.3 V
绿色	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$	10 V
蓝色	6	6	10^6	$\pm 0.2\%$	16 V
紫色	7	7	10^7	$\pm 0.1\%$	25 V
灰色	8	8	10^8		32 V
白色	9	9	10^9	$\pm 5\%$	40 V
金色				$\pm 5\%$	63 V
银色				$\pm 10\%$	
无色				$\pm 20\%$	

用万用表判别电阻阻值和电位器的好坏：

1) 万用表判别电阻阻值

把万用表拨至电阻档的适当量程,用两个表笔分别与电阻器两个引脚相接触。电阻的阻值=万用表转换开关的指示值×指针偏转的格数。

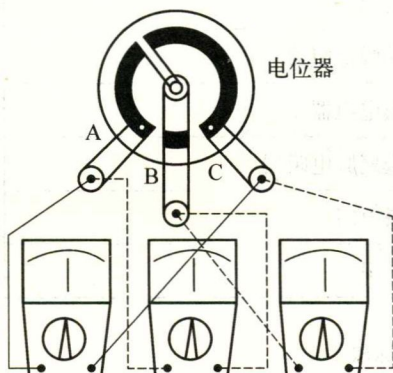


图 1-3 电位器

2) 用万用表核对电位器的阻值并检查接触状况

电位器如图 1-3 所示,引出端 A、C 之间就是一个定值电阻器,把万用表拨至电阻档的适当量程,核对它的电阻值,方法同上。然后,用两个表笔分别接触引出端 A、B 和 C、B,转动活动臂,同时观察表针的移动情况。如果表针移动平稳,说明滑动端与电阻体接触良好。反之,则会出现指针跳动、摇摆等情况。

扬声器的检测：

扬声器和耳机的检测主要是检查它们的振动部分是否阻塞和音圈是否断路、短路,以及接触是否良好。对于扬声器可先用手均衡推动扬声器纸盆,应有柔和感和较强的弹性感。纸盆破损,手感阻塞,毫无弹性的扬声器不宜使用。然后用万用表测量它的音圈电阻,万用表拨置 RX1,当两个表笔分别接触扬声器或耳机应有“喀喀声”,且万用表的电阻标称阻抗值稍低一些,说明扬声器或耳机可以使用。

多端元器件变压器的检测：

1) 变压器的绝缘检查

变压器的各线圈之间以及线圈与铁芯之间应有良好的绝缘。用万用表 RX10K 档,测两个线圈之间的电阻或线圈与铁芯之间的电阻(如测量电路图 1-4 中的 1、3 或 2、4 端就是初次级之间的电阻),测量时表针应指在无穷位置处为绝缘良好。

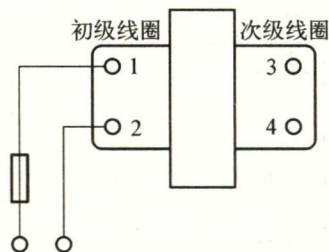


图 1-4 测量电路

2) 线圈的通电检查

检查线圈通电时可测量一下各个线圈的直流电阻,然后与其正常值相比较,

其误差不应大于 5%。若阻值大于正常值,说明该组线圈接触不良或有断路故障;若阻值远小于正常值或为零,说明该组线圈有短路故障。

通电检查时,为了安全要在初级线圈串上 1 A 的保险丝(见图 1-4)。通电后,若保险丝随即熔断,说明变压器有短路故障;若保险丝虽未熔断,但变压器发出较强的“嗡嗡”声,并且温度在短时间内上升很多(正常时应为微热),也说明内部的匝与匝或层与层之间有短路故障。若没有上述的异常情况,可用万用表测量一下次级线圈的交流电压值,这时次级的电压应比额定电压高 5%~7%;若电压为零,说明内部有断路故障。

2. 二极管

二极管在电路中常起整流、检波和稳压作用。其结构如图 1-5 所示。

(1) 符号: D。

(2) 特点: 具有单向导电性。

(3) 检测法: 把万用表拨至 RX100 或 RX1K 档,用两个表笔分别接触二极管的两个引出脚。若表针的示数较小(锗管 100~200 Ω ,硅管 700~1.2 k Ω)

时,与黑表笔相接的引出脚为正极。接着调换两个表笔再测量,若表针的示数较大(锗管几百千 Ω ,硅管几兆 Ω)时,说明该二极管是好的,并且原先判明的极性是正确的。如果正反向电阻均为 0 或无穷大,表明该管内部短路或断路,不能使用。

(4) 应当注意:

① 测量小功率的二极管,不宜使用 RX1 或 RX10K 档,前者通过二极管的电流较大,可能烧坏二极管;后者加在二极管两端的反向电压太高,易将二极管击穿。

② 使用指针万用表测量的时候,黑色的表笔(“-”级)接的是二极管的“+”级,红色的表笔(“+”级)接的是二极管的“-”级,才可以正确判断其好坏。

③ 使用数字万用表的时候,黑色的表笔(“-”级)接的是二极管的“-”级,红色的表笔(“+”级)接的是二极管的“+”级,才可以正确判断其好坏。

3. 三极管

三极管在电子电路中组成振荡电路、放大电路。其表示符号如图 1-6 所示。

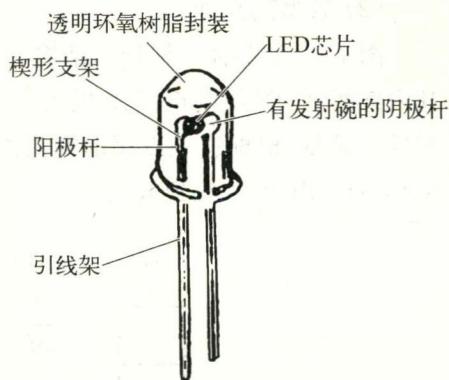


图 1-5 发光二极管的构造

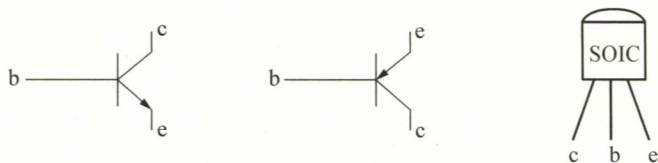


图 1-6 三极管的表示

基极—B(b);发射极—E(e);集电极—C(c)

(1) 符号: T。

(2) 管型的判别:

图 1-7 是晶体三极管的结构,由电路可知,对 PNP 型三极管,ce 极分别为其内部两个 PN 结的正极、b 极为它们共同的负极;对 NPN 型三极管情况恰好相反。显然,根据这一点用前面讲的二极管的方法能很快地区分出 PNP 型和 NPN 型三极管,并找到 b 极。

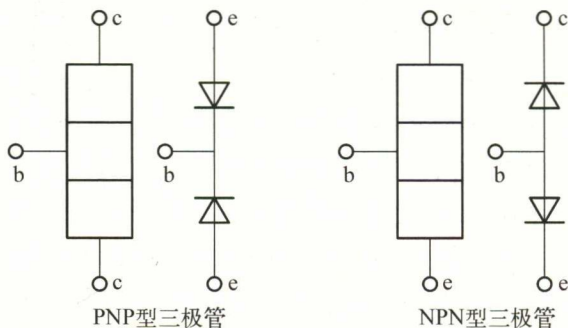


图 1-7 三极管的结构

(3) 电极的判别:

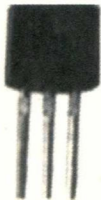
在判别出管型和基极 b 的基础之上,先任意假定一个电极为 e 极,另一个为 c 极,将万用表拨动至 $R \times 1K$ 档,对 NPN 型三极管,令黑笔接 c 极,红笔接 e 极,再用较湿润的手捏一下管子的 b、e 极,注意不要让两个电极直接接触,并观察一下表针向右摆动的幅度,然后使假设的 c、e 极对调,重复以上测试步骤。哪次表针的摆动大,则该次的假设与实际情况相符。

(4) 三极管放大能力的判断:

在上面电极的判别时,其实已经测试了三极管的放大能力;对几只测过的三极管,在判别集电极时,表针摆动较大的,放大能力较大;表针摆动较小的,放大

能力较小。

表 1-4 引脚呈直线排列(塑料管壳)三极管的引脚名称

引脚排列	说 明	引脚排列	说 明
 E B C	引脚排列成一条直线，且距离相等，将有字符的平面向自己，引脚朝下，从左至右依次为发射极、基极、集电极。常见于小功率三极管	 E C B	引脚排列成一条直线，且距离相等，将有字符的平面向自己，引脚朝下，从左至右依次为发射极、集电极、基极。常见于小功率三极管
 B C E	将有字符的平面向自己，引脚朝下，从左至右依次为发射极、集电极、基极，常见于大中功率三极管。带金属散热片的，散热片与集电极相连	 B E C	将有字符的平面向自己，引脚朝下，从左至右依次为发射极、集电极、基极。常见于大、中功率三极管，带金属散热片的，散热片与集电极相连，此排列顺序不多见

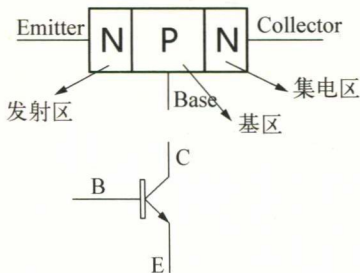


图 1-8 NPN 型三极管结构与电路符号

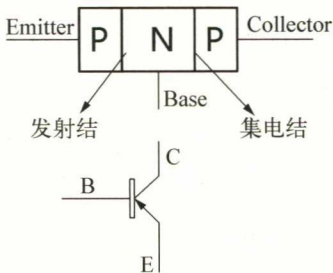


图 1-9 PNP 型三极管结构与电路符号

另外还可以测量直流放大倍数 H_{FE} 的方法判别放大能力，见仪器三 MF47 型万量表的使用方法。

(5) 三极管质量的判别：

- ① 反向截止电流 I_{ceo} 、 I_{cbo} 测量。电流值较大为次品。
- ② 三极管损坏的判断。当三极管的某个 PN 结损坏或无放大能力时，可判