

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
中央广播电视大学汽车维修(专科)系列教材

北京中德合力技术培训中心组编

QICHE DIANQI SHEBEI

YU WEIXIU SHIXUN

汽车电器设备 与维修实训



赵福堂 主编

72.41
44

中央广播电视大学出版社

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
中央广播电视大学汽车维修（专科）系列教材
北京中德合力技术培训中心组编

汽车电器设备与维修实训

赵福堂 主编

中央广播电视大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车电器设备与维修实训 / 赵福堂主编. —北京:
中央广播电视大学出版社, 2006. 1
教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材.
中央广播电视大学汽车维修 (专科) 系列教材
ISBN 7-304-03460-2

I. 汽... II. 赵... III. 汽车—电气设备—
车辆修理—电视大学—教材 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 000210 号

版权所有, 翻印必究。

教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材
中央广播电视大学汽车维修 (专科) 系列教材
北京中德合力技术培训中心组编
汽车电器设备与维修实训
赵福堂 主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社
电话: 发行部: 010—58840200 总编室: 010—68182524
网址: <http://www.crtvup.com.cn>
地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号
邮编: 100039
经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 旷天鑑	责任编辑: 冯 欢
印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司	印数: 2001~5000
版本: 2006 年 1 月第 1 版	2006 年 12 月第 2 次印刷
开本: 787×1092 1/16	印张: 9.75 字数: 222 千字

书号: ISBN 7-304-03460-2/TH·83
定价: 16.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

总 序

随着我国经济持续快速平稳发展,工业化、信息化水平不断提高,产业结构进一步升级优化,不仅需要一大批科技创新人才,而且需要数以千万计的技能型人才和高素质的劳动者队伍。目前,我国已经出现了技能型人才短缺的现象,一方面企业现有技术人员不能满足产业升级和技术进步的需要,另一方面技能型人才的教育培养滞后于市场需求。这种现象已经引起各级领导和社会各界广泛关注。就汽车维修行业而言,技能型人才短缺现象更为突出。据调查,随着汽车保有量的大幅度上升,全国汽车维修行业每年需要新增近 30 万从业人员。为此,教育主管部门和相关行业主管部门提出和实施了“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,旨在整合教育和行业资源,加大投入力度,改革教育培养模式,创新教学和培训方法,培养一大批适应我国经济建设需要、人才市场紧缺的技能型人才。

中央广播电视大学是面向全国开展现代远程教育的开放大学。中央电大和 44 所省级电大及其所属的分校、工作站、教学点,共同组成了目前世界最大的现代远程教育教学和教学管理系统。中央电大的主要任务,是为各类从业人员提供学习的机会和条件,为国家经济和社会发展培养应用型人才。我们有责任也有能力为技能型紧缺人才培养做出自己的贡献。近几年来,中央电大抓住国家大力发展现代远程教育这一有利时机,通过开展人才培养模式改革和开放教育试点项目,有效提升了办学综合实力和为社会提供教育服务的能力。截至 2005 年春,中央电大开放教育试点本专科累计注册学生超过 200 万人,毕业学生超过 60 万人;已构建了“天网地网结合、三级平台互动”的技术模式,建设了适应成人在职学习、学历非学历教育结合的课程体系;形成了资源共享、导学与自主学习相结合的教学模式和统一规范管理、分层组织实施、系统协同服务的管理模式及运行机制。

中央电大长期以来形成的一个重要办学特色,就是广泛地与政府部门、行业、企业、部队密切合作,为行业培养应用型人才。为服务于“制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”,中央电大经过考察、论证,选择北京中德合力技术培训中心和中国汽车工程学会作为合作伙伴,联合开办开放教育“汽车运用与维修专业”。这个专业既是高等专科学历教育,又是技能型人才的培养和培训。该专业根据汽车维修行业存在大量人才缺口,行业从业人员专业技术和学历层次偏低,高层次经营管理人才紧缺,一线操作工人技能水平较低的状况,有针对性地设置专业课程,安排教学内容和实训实习环节,培养具有良好的职业道德、专业的理论知识、实践技能和较强的实际工作能力,德、智、体全面发展的应用型人才。

2 汽车电器设备与维修实训

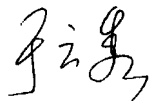
办好一个专业，开好一门课程，编写、使用合适的教材是前提。“汽车运用与维修专业”根据专业培养目标和远程开放教育的办学特点，按照课程一体化设计的要求，以文字教材为主体，辅助以音像教材、计算机课件和网上动态资源等多种媒体有机结合，并编写了相配套的教材。这套教材经过专家、学者多次论证和修订，其内容不仅注重学历教育的知识系统性，而且紧密结合汽车最新技术和发展趋势，具有技术的先进性和实用性。

现在，中央电大“汽车运用与维修专业”各门课程的教材就要陆续出版了。看到已经编成的高质量教材，使我对办好这个专业更加充满信心。在此，我对参与课程设置和教学大纲论证、教材编写的专家、学者表示衷心的感谢！

当然，汽车技术进步和更新越来越快，我们的教材也需要不断修订与更新，以便能够与最新的技术保持同步。我祝愿同学们通过本套教材的学习，既能够系统掌握汽车维修知识，又能学到汽车工业的前沿汽车技术，迅速成长为一名具有较高水平的汽车运用与维修专业人员，为我国汽车工业的发展做出积极的贡献。

是为序。

中央广播电视大学党委书记、副校长
2005年8月



序

北京中德合力技术培训中心与中央广播电视大学、中国汽车工程学会合作,联合开办了中央电大“汽车运用与维修专业”,并受中央电大的委托,承担教学资源建设和教材编写任务。

“汽车运用与维修”并不是一个新的专业,国内很多院校都开设过,也编写和出版了众多专业方面的教材,但是在采用远程教育方式的广播电视大学开办这个专业尚属首次。中央电大开办这个专业的目的是为了加速培养适应市场需求的汽车维修行业紧缺的技能型人才。而适用于远程教学需要的汽车维修专业教材,包括文字教材、音像教材以及多媒体课件和网络课件,都不是现有的汽车维修教材可以替代的。

另外,电大汽车运用与维修专业的学习对象是一个庞大的群体,包括全国数百万汽车维修行业的从业人员,将要投身这个行业的高中、职高、技校的毕业生等。这个群体有文化基础差异大,工作岗位不同以及学习时间不一样等特点。这就决定了这套汽车维修教材要能满足全日制学习、业余学习以及自学的需要,同时能满足短期专题技术培训、现场培训的需要。

这套符合电大教学特色的学历教育系列教材是北京中德合力技术培训中心组织清华大学、北京理工大学、北京交通大学、北京联合大学等高等院校的教授和北京汽修行业的专家进行大纲论证和教材编写的。

这套教材的具体特征是具备知识和技术的先进性、系统性和实践性。

先进性。当代汽车制造业发展迅速,汽车技术的进步越来越快,新技术的运用也越来越多,高科技的含量也越来越高,因此教材编写内容必须突出汽车新技术的应用和发展趋势,使读者能掌握最新的知识和技术。

系统性。汽车维修专业课程的设置本身就具有系统性。作为专科学历教育的教材,注意了对学员进行系统的专业理论知识教育。但教材不是把理论知识教育作为重点,而是将重点放在技术应用方面。这样做有利于培养具有操作能力的技术人才。

实践性。教材编写注意了理论与实训结合,理论教材和实训教材由同一主编统一编写,同时出版,同步使用,使理论课和实训课有机结合起来,并在教学中实现边学习理论边动手操作,学理论时可结合实际操作,在实际操作中学理论。实践证明,这是培养技能型人才有效的方式。

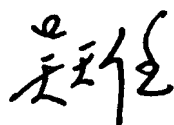
2 汽车电器设备与维修实训

高水平的编写团队为教材的成功提供了坚实的基础。这套系列教材的出版，是清华大学资深汽车专家庄人隽牵头的编写团队的成果。在此，对教材的主编及参编人员表示真诚的感谢！对参加教学计划的制订、大纲论证、教材评审的专家表示真诚的感谢！

希望这套系列教材能得到电大汽车维修专业教学人员及广大汽修行业从业人员的喜爱。当然，教材中难免有疏漏和不足之处，希望广大读者提出宝贵意见，以便于我们修改完善。

北京中德合力技术培训中心名誉理事长

2005 年 12 月



内容简介

本书是中央广播电视大学人才培养模式改革和开放教育试点汽车运用与维修专业汽车维修方向（专科，课程开放）的系列教材之一，为必修公共基础课“汽车电器设备与维修”的指定实训教材。

全书主要包括：基本实训及电源系统实训、启动系统实训、点火系统实训、照明及信号系统实训、汽车仪表实训、汽车附件实训等 6 个单元，每个单元中分为几个不同的实训课题。详细介绍汽车维修常用设备的使用方法，同时介绍了汽车电器设备的检测维修方法和步骤。

本书可以作为汽车专业专科生教材使用，也可以供工程技术人员作为参考书。

前 言

近些年来,我国汽车工业不断发展,伴随而来的是我国的汽车市场迅速发展,汽车的保有量大幅度增加,汽车已经成为人们生活中不可缺少的一部分了。不断更新汽车技术和不断增加的汽车保有量对汽车维修人员提出了更高的要求。本书的出版正是为了满足汽车维修人员日益增长的需求,提高维修人员在实际工作中的知识应用能力,是作者根据多年的教学、科研实践经验,按照教学大纲的要求编写的。

本书共分6个单元,包括基本实训及电源系统实训、启动系实训、点火系实训、照明及信号系实训、汽车仪表实训和汽车附件实训。全书既包括了常见汽车维修用仪器设备的使用方法实训,又包括了主要汽车电器设备的维修实训。

本书针对汽车电器维修使用工具、具体操作步骤进行了详细介绍,配合理论部分对理论知识进行重点复习和应用训练,逻辑合理、图文并茂,并通过大量的实例使讲述的内容更加通俗易懂,便于自学。本书可以作为高等院校汽车专业的本科生教材,也可以作为工程技术人员和汽车维修人员的参考书。

本书由北京理工大学赵福堂主编,由赵福堂、马岳峰编著。北京理工大学刘昭度教授对本书进行了详细的审阅,并提出了许多宝贵的意见,在编写过程中,得到了很多专家、教授、技术人员的大力支持和热情帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在缺点和错误,恳请读者批评指正。

编 者
2005年12月

目 录

第1单元 基本实训及电源系统实训	(1)
课题1 万用表的使用.....	(1)
课题2 兆欧表的使用.....	(9)
课题3 钳形电流表实训.....	(11)
课题4 蓄电池拆装.....	(13)
课题5 蓄电池的构造认识及其技术状况的检查.....	(15)
课题6 蓄电池的充电.....	(25)
课题7 蓄电池常见故障的检查与排除.....	(29)
课题8 蓄电池的维护.....	(31)
课题9 交流发电机的拆装及主要部件的检测.....	(33)
课题10 交流发电机的性能试验.....	(41)
课题11 电压调节器的检测与试验.....	(48)
课题12 充电线路检测.....	(49)
课题13 电源系的故障诊断与排除.....	(52)
第2单元 启动机的检测与维修	(56)
课题1 启动机的构造.....	(56)
课题2 启动机的拆装及主要部件的检测.....	(57)
课题3 启动机性能试验.....	(60)
课题4 启动系统线路检测.....	(61)
课题5 启动系统故障诊断与排除.....	(63)
第3单元 点火系统的检测与维修	(65)
课题1 传统点火系统的检测.....	(65)
课题2 电子点火系统的检测.....	(69)
课题3 点火正时的检查与调整.....	(73)

2 汽车电器设备与维修实训

课题 4	用示波器诊断点火系统的故障.....	(75)
课题 5	传统点火系统故障诊断与排除.....	(80)
课题 6	电子点火系统的故障诊断与排除.....	(82)
第 4 单元	照明与信号系统的检测与维修.....	(85)
课题 1	前照灯的检查与调整.....	(85)
课题 2	转向信号闪光继电器的检测.....	(98)
课题 3	电喇叭的检测与维修.....	(99)
课题 4	照明系统故障诊断与排除.....	(105)
第 5 单元	汽车仪表检测与排除	(108)
课题 1	汽车仪表与警报装置的检测和维修.....	(108)
课题 2	汽车仪表线路检测.....	(116)
第 6 单元	车身电器装置检测与维修	(121)
课题 1	刮水器的检查与维修.....	(121)
课题 2	电动车窗检查与维修.....	(127)
课题 3	电动后视镜检修.....	(131)
课题 4	电动座椅检修.....	(134)
课题 5	电动中央门锁检修.....	(138)
	参考文献	(144)

第1单元 基本实训及电源系统实训

课题1 万用表的使用

一、实训目的与要求

1. 了解万用表的作用、型号及测量原理。
2. 学会使用万用表测量直流电路的电压、电流和电阻，检查电容器的漏电情况，判别二极管、三极管的极性及性能的好坏。

二、实训设备及工具

1. 各种型号指针式、数字式万用表若干台。
2. 轿车发动机若干台。
3. 汽车交流发电机电子电压调节器用电容器若干只。
4. 汽车硅整流发电机上的整流二极管若干只。
5. PNP、NPN 型三极管各若干只。

三、万用表简介

万用表是一种多用途的便携式测量仪表，可用来测量电阻、直流电流、直流电压、交流电压等，有的万用表还可用来测量电感、电容、声频电压、三极管放大倍数等参数。万用表具有测量范围广、使用方便、体积小、便于携带等优点，是汽车电器设备维修必备的工具。常用的万用表有指针式和数字式两种。

1. 指针式万用表

(1) 刻度盘刻线识别

以 MF30 型万用表为例，如图 1-1 所示。

MF30 型万用表刻度盘上有 4 条刻度线：最上方的一条供测量电阻时使用，刻度范围在 $0 \sim \infty$ 之间。第二条刻度线供测量交直流电压、直流电流时使用，测量范围：交流电压小于 500V，额定频率 45Hz~100Hz，直流电压 0V~500V，直流电流 0mA~500mA。第三条刻度线供测量交流低电压时使用，测量范围小于 10V。第四条刻度线供测量音频电平时使用，测量范围在 10dB~22dB 之间。

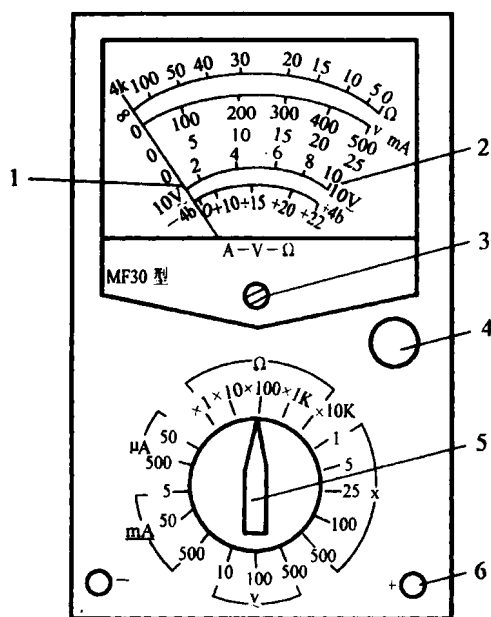


图1-1 MF30型指针式万用表

1—指针 2—刻度盘 3—零位调整器 4—电位器调钮
5—转换开关 6—插孔

(2) 表板转换开关量程介绍

Ω——电阻挡，共有×1、×10、×100、×1k、×10k 五挡，读数时，将表针所指的数值乘以转换开关所在挡位上的系数，即得出被测电阻的实际值。

V ——交流电压挡，有 10、100、500 三挡。

V——直流电压挡，有 1、5、25、100、500 五挡。

μA , mA ——直流电流挡, μA 表示微安, mA 表示毫安, 共 5 个挡位可供选择。

“+”、“-”插孔——测试笔插孔，红表笔插入“+”孔，黑表笔插入“-”孔。

2. 数字式万用表

(1) 功能介绍

如图 1-2 所示为 MAS830L 数字式万用表，可用来测量交直流电压、直流电流、电阻、晶体二极管正向电压、三极管 h_{FE} 和电路通断情况，具有过量程显示、极性显示、数据保持功能，并具有背光照明指示，方便在黑暗的场所中读数。

(2) 功能量程开关介绍

Ω——电阻挡，共有 5 挡。如果被测电阻阻值超过选择的量程时，显示器将显示过量程符号“1”，提示需换用高档量程，同样在输入端开路时，显示器也会显示“1”。

V ——交流电压（频率范围在 40Hz~400Hz）挡，共有两挡，在挡位数字边上用红色警告符号提示高压危险。

V= ——直流电压挡, 共有 5 挡, 测试时能自动显示红表笔接触端的极性。

A= ——直流电流挡, 共有 5 挡, 测试时能自动显示红表笔接触端的极性。

—|— ——晶体二极管挡, 显示二极管正向近似电压值。

•))) ——电路通断挡, 当导通电阻 $< 1.5\text{k}\Omega$ 时, 机内蜂鸣器响, 提示电路接通。

h_{FE} ——三极管挡, 显示三极管集电极电流 I_c 与基极电流 I_b 之比的近似值。

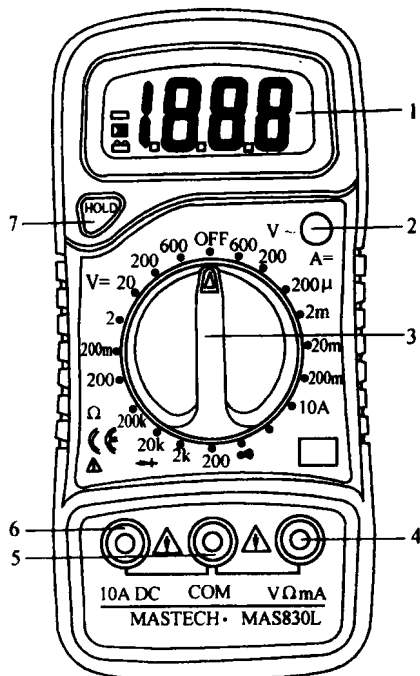


图 1-2 MAS830L 数字式万用表

1—显示器 2—背光开关 3—功能量程开关 4—VΩmA 插孔

5—COM 插孔 6—10A DC 插孔 7—数据保持开关

3. 使用万用表注意事项

(1) 测量电阻时, 首先选好所需要挡位, 然后将两表笔瞬间短路, 可旋动“Ω”旋钮使万用表的指针指向零, 然后再进行测量。每换一次量程, 均应先调零。

(2) 在线路中测量电阻时, 应断电测量。测试电路中的电容器时, 应先将电容器短路放电后再开始测量。电阻的量程应选择适当。在测量电阻阻值时, 一般选择表针能够停留在标头刻度的中心位置, 此时最易读数, 在测量较高电阻的阻值时, 不应将手触及电阻两端, 因为这样将形成被测电阻与人体电阻并联, 使测量结果不准确。

(3) 在测量电压或电流时, 若被测点路上电压或电流的大小难以估计, 应先将万用表的量程拨到最大的位置进行测量, 然后再根据具体情况改变量程。换量程时, 应使两表笔离开测量体, 不可带电换量程。

(4) 在测量直流电压或直流电流时, 还需注意极性, 应使被测量的极性与仪表的正负极性

一致。万用表的红表笔接触被测体的正极，黑表笔与负极相接触。测量电流时，应将万用表串联在电路中，测量电压须将万用表并联在电路中。

(5) 在测量正交流电压时，须考虑被测电压的波形，万用表只适用于测量正弦波电压的有效值，而不能测量非正弦量。

近年来，万用表的功能在不断地增加，如 MF52 型万用表，它具有体积小、线路简单、功能多等优点，但在使用中还需掌握以下几项使用方法：

(1) 测电阻时，首先应调整“ Ω ”旋钮，使两表笔在短接时，指针指向零位，然后将表笔分开测量被测电阻的两端，即可测出被测的电阻阻值，电阻的读数在第一条刻度线上读取，并乘上该挡的倍率即为被测电阻的阻值。

(2) 万用表在测试三极管放大倍数 (h_{FE}) 时，将开关转至 $R \times 1k$ 挡上，使表笔短路，调好零位，再将开关转到 h_{FE} 挡上，将三极管 e、b、c 三极插入万用表相应的 e、b、c 插座内，在 h_{FE} 刻度线上即可读出 h_{FE} 的大小。PNP 管读第四条刻度线 (h_{FE} 仅供小功率管测定)。

(3) 用 MF52 型万用表可以估计 PN 结的反向漏电流，操作时首先将开关转到欧姆量程上，并调整好零位，然后将黑表笔接触 N 区，红表笔接触 P 区，在电流刻度线上按以下范围估计漏电流： $R \times 1k$ 挡，满刻度约为 200mA； $R \times 100$ 挡，满刻度约为 2mA； $R \times 10$ 挡，满刻度约为 20mA。

四、实训步骤及操作方法

1. 指针式万用表

使用前应注意指针是否指在机械的零位上，如不在零位时，可调整表盖上的机械零位调节器，使指针指在零位。同时将红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入“-”插孔。

(1) 基本电量的测量方法

基本电量是指直流电路中的电压、电流和电阻。

① 电压的测量

电压的测量如图 1-3 所示。测量时，将万用表置于直流电压挡合适的量程上，将两表笔以并联方式与被测元件（或电路）相接，同时观察表针的摆动方向。正向摆动（接法正确），即可读取测量数值；若反向摆动（接法错误），应立即交换两表笔的接法再读数。

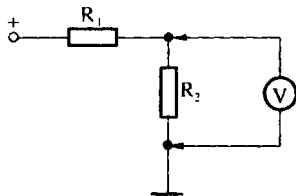


图 1-3 电压的测量

② 电流的测量

电流的测量如图 1-4 所示。将万用表置于直流电流档合适的量程，并将万用表以串联的方

式与被测电路相接。选择量程时, 应从大到小试选, 以免损坏表头。

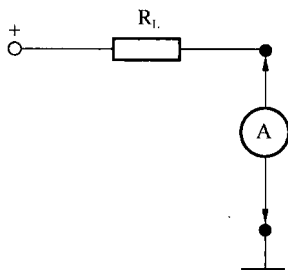


图 1-4 电流的测量

③ 电阻的测量

电阻的测量如图 1-5 所示。将万用表置于电阻 Ω 挡, 此时表头与表内的电池串联, 如图 1-5 中的虚线框所示。值得注意的是, 由于测试时表内电池的电压有所变化, 所以每测一次都须将两个表笔短接进行调零。

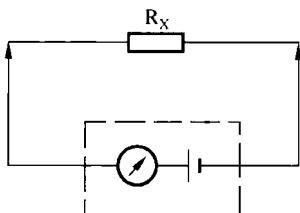


图 1-5 电阻的测量

(2) 汽车电系基本电量的测量

① 电压的测量

测量点火线圈“+”与“-”极接线柱的电压。接通点火开关, 用万用表电压挡分别测量点火线圈“+”与“-”极接线柱与搭铁之间的电压应为蓄电池电压, 否则说明线路有断路或短路现象, 应予以排除。

② 电流的测量

测量点火系初级电路中的电流。拆下分电器接线柱(即点火线圈“-”接线柱), 将万用表置电流挡并将其串联在点火系的初级电路中, 接通点火开关, 同时使断电器触点闭合, 此时从万用表中读取的数字便为初级电流。

③ 电阻的测量

测量点火线圈初级绕组、次级绕组及附加电阻的电阻值。以东风 EQ1090 汽车装用的 DQ125 型点火线圈为例, 三者的电阻值应分别为 1.8Ω 、 $5k\Omega$ 和 $1.4\Omega \sim 1.5\Omega$ 。若相差较多, 说明绕组有短路或断路故障, 应予以更换。

(3) 二极管的简易判别

汽车用整流二极管的测量。选择 $R \times 1$ 挡, 测量二极管的正向导通时的电阻值, 应为 $8\Omega \sim$

10 Ω 。再选择 R $\times$ 1k 挡,测量反向截止的电阻值,应大于 10k Ω ,同时可知所测二极管为正向二极管。测量二极管的正向电阻同样应为 8 Ω ~10 Ω 。再选择 R $\times$ 1k 挡,测量反向电阻值,应大于 10k Ω ,同时可知所测二极管为反向二极管。在上述的测量中若两次测得的电阻值均为 ∞ ,说明管子已断路;若两次测得的电阻值均为零,说明管子已短路。应该注意的是:当使用不同型号的万用表测量时,二极管正向导通时的电阻值不同。

(4) 三极管的简易判别

晶体三极管是由两个 PN 结构成,类似于两个二极管。对于 NPN 型,基极(b)是二极管的正极,集电极(c)、发射极(e)是二极管的负极。对于 PNP 型,则与之相反。利用测量二极管的方法,在确定三极管基极的同时,也确定了三极管的类型。具体的判别方法如下:

① 将万用表的量程置于 R $\times$ 100 或 R $\times$ 1k 挡,用万用表黑表笔接某一个管脚,红表笔分别接另外两个管脚。如果两次测量的电阻值都很小,再将表笔调换测试,此时电阻值显示很大,则证明电阻小的那次测量中,黑表笔所接的管脚是 NPN 型极管的基极。同理,当红表笔接某一个管脚,黑表笔分别接另外两个管脚,如果电阻值都很小,则红表笔所接管脚是 PNP 的基极。

② 识别晶体三极管的管脚。确定了三极管的类型和基极后,如何确定集电极和发射极呢?以 NPN 型管为例,基极确定后,先假设某一个管脚为集电极(c),另一个管脚为发射极(e),用手紧紧捏住假定的 c 与 b,如图 1-6(a)所示,在假定 c 与 b 之间跨接一只 100k Ω 的电阻,如图 1-6(b)所示。选择 R $\times$ 100 或 R $\times$ 1k 挡(大功率三极管选择 R $\times$ 1 或 R $\times$ 10 挡),黑表笔接假定的 c,红表笔接假定的 e,测量其电阻值,然后再将假定的 c 变成假定的 e,假定的 e 变成假定的 c,再次测量其电阻。比较两次电阻值,电阻小的一次测量中,黑表笔所接的管脚为集电极,红表笔所接的管脚为发射极。同样,在判定 PNP 的 c 和 e 时,不同的是黑表笔接假定的 e,红表笔接假定的 c,其余测量方法同上,如图 1-6(c)、1-6(d)所示。最后在比较两次测量值时,电阻小的那次测量中,黑表笔所接的管脚为发射极,红表笔所接的管脚为集电极。

(5) 简易判断晶体三极管的质量

① NPN 型管的 I_{ceo} 、 I_{cbo} 、 I_{ebo} 、 β 的检测。用 R $\times$ 1k 挡测量 NPN 型 c-e、c-b、e-b 极间电阻值,如图 1-7 所示,万用表指针基本不动为好。将两表笔交换测试,指针也应基本不动为好(一般硅管比锗管的阻值大)。再用图 1-6(b)所示方法测量,指针应有摆动。指针摆动幅度越大,则管子的电流放大系数越大。