



技能型职业教育特色精品教材

汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材

QICHE ZHUANYE GAOJINENG ZHIYE JIAOYU SHIERWU GUIHUA JIAOCAI

汽车电器设备

原理与检修一体化教程

QICHE DIANQI SHEBEI

YUANLI YU JIANXIU YITIHUA JIAOCHENG

杨洪庆 陈晓 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材



汽车电器设备原理与检修 一体化教程

主 编 杨洪庆 陈 晓
副主编 马金刚 郑孟冬 马书红



机械工业出版社

本书分9个项目,由26个学习任务组成。本书系统讲解了汽车电器组成特点及电路检测工具的使用方法、蓄电池的结构原理及性能检测方法、充电系统的控制电路及故障诊断方法、起动系统控制电路及故障诊断方法、照明与信号系统控制电路及故障诊断方法、仪表与报警系统控制电路及故障诊断方法以及电动刮水器、电动车窗、中控门锁/电动座椅、电动后视镜、安全气囊、空调系统控制电路及故障诊断方法等内容。

本书适合作为高职高专汽车专业教材,也可供汽车维修培训人员及中职学生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器设备原理与检修一体化教程/杨洪庆,陈晓主编. —北京:机械工业出版社,2013.7

汽车专业高技能职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-111-43087-2

I. ①汽… II. ①杨…②陈… III. ①汽车-电气设备-车辆修理-高等职业教育-教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第144277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:齐福江 责任编辑:齐福江

版式设计:霍永明 责任校对:陈越

封面设计:陈沛 责任印制:李洋

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2013年9月第1版第1次印刷

184mm×260mm·19.5印张·482千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-43087-2

定价:47.00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.cmpedu.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

随着汽车电器与电子技术的迅猛发展,各种现代化检测诊断仪器、设备和新的维修技术应运而生,因而要求维修人员除需掌握传统的维修技术外,还必须掌握现代汽车电器及电子设备的维修技术。目前,汽车电器结构和原理方面教材很多,但由于汽车电子技术发展迅速,各学校实训条件差距较大、资料匮乏等,重要的是真正有维修和实训经验的人员,很难有机会参与教材的编写。因此,我们组织了一些具有维修和实训经验的人员编写本教材,解决了教材与实际维修脱节的问题。本教材内容全面,思路清晰,方法实用,易学易用。

作为理论、实践一体化教材,本书贯彻“求知重能”的原则,在保证知识连贯性的基础上,着眼于技能操作,力求内容浓缩、精炼,突出教材的针对性、典型性、实用性。

本书可作为高等职业院校汽车运用与维修专业教材,也可供中职相关专业的学生及职业培训人员学习参考。

本书由辽宁省交通高等专科学校杨洪庆教授、辽宁抚顺市汽车职业教育集团董事长陈晓主编,马金刚、郑孟冬、马书红任副主编,参加编写工作的还有谢计红、孙连伟、李晗、李宏亮、郭艳、胡南君、龙俊波、吴清洁、金雷、谭武明、高加泉、戴斌、孙宝明、张风云、仲琳琳、宋斌、明阳、李俊玲、姜忠彬、黄如君、毛文祥、王红。在编写过程中,得到了中锐教育集团有限公司田久民、宫斌的大力支持,并参考和借鉴了相关文献资料,在此一并表示诚挚的谢意。

由于水平所限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者



目 录

前言

项目一 汽车电器检修基础	1
任务一 汽车电器组成及特点	2
一、任务描述	2
二、相关知识及技能	2
三、实训内容	4
任务二 汽车电路检测工具的使用	5
一、任务描述	5
二、相关知识及技能	5
三、实训内容	13
【思考与练习】	13
项目二 蓄电池结构原理及性能检测	15
任务一 蓄电池结构原理与特性	16
一、任务描述	16
二、相关知识及技能	16
三、实训内容	30
任务二 蓄电池性能检测与维护	31
一、任务描述	31
二、相关知识及技能	31
三、实训内容	40
【思考与练习】	41
项目三 充电系统及控制电路	43
任务一 交流发电机及调节器工作原理	44
一、任务描述	44
二、相关知识及技能	44

任务二 交流发电机及调节器性能检测	55
一、任务描述	55
二、相关知识及技能	56
三、实训内容	64
任务三 充电指示灯电路及故障诊断	64
一、任务描述	64
二、相关知识及技能	65
三、实训内容	71
【思考与练习】	72

项目四 起动系统及控制电路	74
任务一 起动机工作原理与特性	75
一、任务描述	75
二、相关知识及技能	75
任务二 起动机拆装与性能检测	86
一、任务描述	86
二、相关知识及技能	87
三、实训内容	93
任务三 起动系统控制电路及故障诊断	94
一、任务描述	94
二、相关知识及技能	94
三、实训内容	100
【思考与练习】	103

项目五 照明与信号系统	105
任务一 照明系统及控制电路	106



一、任务描述	106	三、实训内容	173
二、相关知识及技能	106	任务三 中控门锁及控制	
三、实训内容	117	电路	174
任务二 喇叭装置及控制		一、任务描述	174
电路	118	二、相关知识及技能	174
一、任务描述	118	三、实训内容	179
二、相关知识及技能	118	任务四 电动后视镜及控制	
三、实训内容	122	电路	180
任务三 灯光信号系统及		一、任务描述	180
控制电路	122	二、相关知识及技能	180
一、任务描述	122	三、实训内容	182
二、相关知识及技能	123	任务五 电动座椅及控制	
三、实训内容	131	电路	183
【思考与练习】	132	一、任务描述	183
		二、相关知识及技能	183
		三、实训内容	187
		任务六 被动安全系统及控制	
		电路	188
		一、任务描述	188
		二、相关知识及技能	188
		三、实训内容	203
		【思考与练习】	204
项目六 仪表与报警系统	134	项目八 空调制冷系统及控制电路 ...	207
任务一 汽车仪表及控制		任务一 汽车空调系统概述 ...	208
电路	135	一、任务描述	208
一、任务描述	135	二、相关知识及技能	208
二、相关知识及技能	135	三、实训内容	220
三、实训内容	148	任务二 空调制冷原理及控制	
任务二 报警装置及		电路	221
控制电路	148	一、任务描述	221
一、任务描述	148	二、相关知识及技能	221
二、相关知识及技能	149	三、实训内容	231
三、实训内容	154	任务三 空调制冷系统的	
【思考与练习】	155	检修	232
		一、任务描述	232
		二、相关知识及技能	232
		三、实训内容	240
项目七 安全舒适系统及控制电路 ...	157		
任务一 电动刮水器及控制			
电路	158		
一、任务描述	158		
二、相关知识及技能	158		
三、实训内容	167		
任务二 电动车窗及控制			
电路	168		
一、任务描述	168		
二、相关知识及技能	168		



【思考与练习】 241

项目九 全车电路分析 243

任务一 汽车电路特点及
要素 244

一、任务描述 244

二、相关知识及技能 244

任务二 汽车电路解读方法 ... 251

一、任务描述 251

二、相关知识及技能 251

【思考与练习】 259

附录 汽车电器原理与检修实训

记录单 261

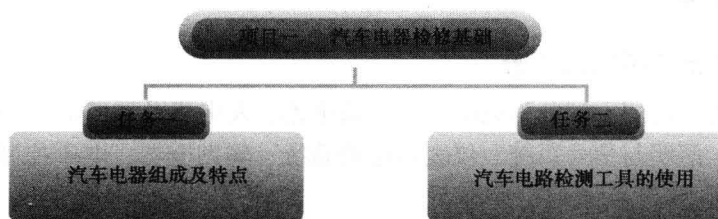
参考文献 305

目标及要求

教学目标	(1) 了解汽车电器的作用及基本组成 (2) 了解汽车电器的特点 (3) 了解汽车电路检测常用工具的使用
能力要求	(1) 掌握汽车电器检测的基本流程 (2) 学会用测试灯和跨接线诊断汽车电路故障的方法 (3) 学会用万用表诊断汽车电路故障的方法

项目概述

随着汽车技术和电子技术的发展,汽车电子技术也得到了迅速发展,它已成为一个国家汽车工业发展水平的标志。汽车电器维修工作已经成为汽车维修的关键。汽车电路维修不仅要掌握汽车电器专业知识,还要熟练掌握检测工具的使用方法。本项目主要介绍汽车电器的基本组成、特点以及电路检测常用工具的使用方法。本项目设置两个学习任务。任务内容如下:



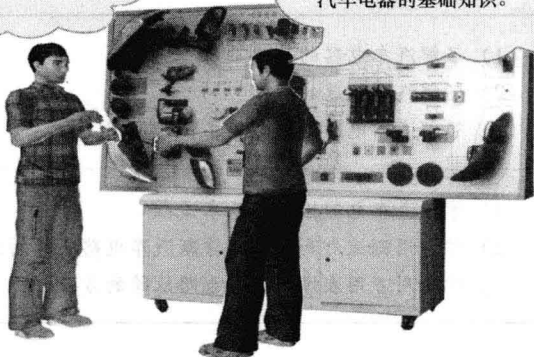


任务一 汽车电器组成及特点

一、任务描述

学生：从事汽车电器维修工作，首先应从什么方面做起？

老师：要想成为一名合格的汽车电器维修人员，首先应掌握汽车电器的基础知识。



汽车电器是汽车上的重要组成部分，其性能的好坏直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、舒适性及环保性能等指标。要确保汽车电器的性能完好，维修人员首先应掌握汽车电器的基础知识，主要包括：

- 1) 汽车电器的组成。
- 2) 汽车电器的特点。

二、相关知识及技能

(一) 汽车电器主要组成部分

汽车电器设备按功用不同分为电源部分（蓄电池、发电机及调节器）、用电设备（起动系统、点火系统、照明与信号系统、仪表与报警系统、辅助电器、电子控制系统）、配电装置等，如图 1-1 所示。

1. 电源系统

电源系统包括蓄电池、发电机。其中发电机为主电源，发电机正常工作时，由发电机向全车用电设备供电，同时给蓄电池充电。发电机的输出电压是由调节器保持恒定的。

(1) 蓄电池 蓄电池为可逆的直流电源。在汽车上使用最广泛的是起动用铅蓄电池，它与发电机并联，向用电设备供电。当发动机起动时，蓄电池向起动机和点火系供电；当用电设备同时接入较多，发电机超载时，协助发电机供电；在发动机熄火状态下，蓄电池向电控单元、音响等用电设备供电。因此，蓄电池在汽车上占有重要位置。正确使用和维护保养蓄电池，对延长蓄电池的使用寿命极为重要。

(2) 发电机 发电机是汽车用电器的主要电源，它在正常工作时，对除起动机以外的

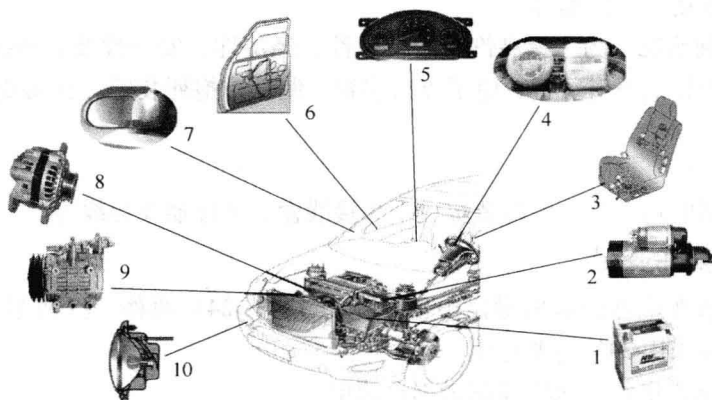


图 1-1 汽车电器基本组成

1—蓄电池 2—起动机 3—电动座椅 4—安全气囊 5—组合仪表 6—电动车窗
7—电动后视镜 8—发电机 9—空调压缩机 10—前照灯

所有用电设备供电，并向蓄电池充电，以补充蓄电池在使用中所消耗的电能。

(3) 调节器 目前汽车发电机均为交流发电机。由于交流发电机本身具有限制输出电流的能力，因此不再需要限流器。但它的电压是随转速变化而变化的，为了得到恒定的直流电压，必须装有电压调节器。

2. 用电设备

(1) 起动系统 汽车起动系统包括直流电动机、传动机构和控制装置，其作用是起动发动机。起动机主要由电动机、传动机构（或称啮合机构）和起动开关三部分组成。

(2) 点火系统 点火系统包括点火开关、点火线圈、分电器总成、火花塞等，其作用是产生高压电火花，点燃汽油机发动机气缸内的混合气。

在现代汽油发动机中，气缸内燃料和空气的混合气大多采用高压电火花点火。电火花点火具有火花形成迅速，点火时间准确，调节容易以及点燃混合气等优点。为了在气缸中产生高压电火花，必须采用专门的点火装置。

(3) 照明系统 照明系统包括汽车内、外各种照明灯及其控制装置，主要有前照灯、雾灯、尾灯、顶灯等。用来保证夜间行车安全。

(4) 信号系统 信号系统包括喇叭、蜂鸣器、闪光器及各种行车信号标识灯等，用来保证车辆运行时的人车安全。

(5) 仪表系统 仪表系统包括各种电器仪表，如电流表、充电指示灯或电压表、机油压力表、温度表、燃油表、车速及里程表、发动机转速表等，用来显示发动机和汽车行驶中相关装置的工作状况，帮助驾驶人随时掌握汽车主要部分的工作情况，及时发现可能出现的故障和安全隐患，以保证良好的行驶状态。

(6) 安全舒适系统 随着汽车工业的发展和现代化技术在汽车方面的应用，现代汽车装用的辅助电器设备很多，主要包括汽车用音响设备、通信器材和汽车电视等服务性装置，以及与汽车本身使用性能有关的电器设备，如电动刮水器、电动车窗、电动座椅、空调装



置、中控门锁及电动后视镜器等。

(7) 电子控制系统 为了提高汽车的动力性、经济性、安全性及达到排气净化的目的,汽车上配置了电控燃油喷射装置、电子点火装置、制动防抱死装置、自动变速器等电子控制系统。

3. 配电装置

配电装置包括电路开关、保险装置、中央接线盒、插接器及导线等。

(二) 汽车电器的特点

(1) 低压 汽车电器设备的额定电压常用有 12V、24V 两种。汽油车多采用 12V 电源电压,而柴油车多采用 24V 电源电压。

(2) 直流 从蓄电池到用电器都采用直流电。

(3) 单线制 从电源到用电设备使用一根导线连接,而另一根导线则用汽车车体或发动机机体的金属部分代替,这种连接方式称为单线制。单线制可节省导线,使电路简化、清晰,便于安装与检修,因此现代汽车电器设备广泛采用单线制。

(4) 负极搭铁 将蓄电池的负极与车架相连,称为“负极搭铁”。目前汽车电器设备都采用“负极搭铁”。

(5) 并联连接 各用电设备均采用并联。蓄电池与发电机之间以及所有用电设备之间,都是正极接正极,负极接负极,并联连接。采用并联连接的优点是,当某一支路用电设备损坏时,并不影响其他支路用电设备的正常工作。

(6) 线路有颜色和编号特征 为了便于区别各线路和连接,汽车所有低压导线必须选用不同颜色的单色或双色线,并在每根导线上进行编号。编号由生产厂家统一编定。

(7) 线路设有保险装置 为了防止电路、电器短路而烧坏线束,电路中一般设有保险装置,如熔断器、易熔线等。

三、实训内容

1. 实训准备

- 1) 准备好实验用发动机、示教板及各个电器总成或零件等。
- 2) 掌握本次实训课所用仪器及设备的使用方法。
- 3) 强调实训中的安全注意事项。

2. 实训流程

- 1) 熟悉汽车电器主要组成件或总成名称、安装位置及作用。
- 2) 熟悉汽车电器的特点。

3. 实训记录

完成实训记录单,见附录中实训任务 1.1。



任务二 汽车电路检测工具的使用

一、任务描述



要想当一名合格的汽车电工，熟练使用汽车电器检测工具是非常重要的。汽车电器维修需要哪些工具？又如何使用？要掌握这些内容，应进入下面的学习任务：

- 1) 测试灯/跨接线的使用。
- 2) 万用表的使用。
- 3) 故障诊断仪的使用。

二、相关知识及技能

（一）测试灯及跨接线的使用

1. 测试灯原理

测试灯由一个 12W 的灯泡（或双发光二极管）和引线组成，用于电路短路、断路的检测。测试灯的类型按结构原理不同有普通式和有源式两种，如图 1-2 所示。

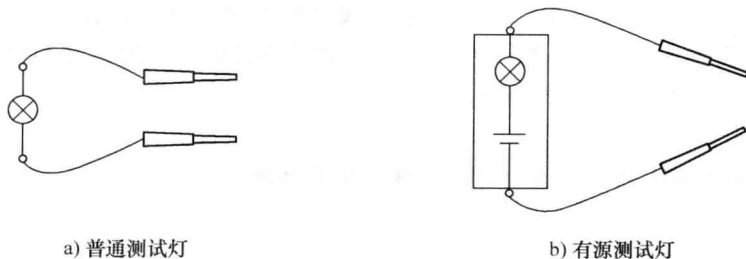


图 1-2 测试灯



注意：有源测试灯有内置电源，不要用测试灯检查 ECU 或与 ECU 有关的电路，以防烧坏 ECU。

2. 具体应用

(1) 用测试灯法查找短路位置 如果熔丝已熔断，说明可能发生过短路，这时可用测试灯进行检查。下面举例说明测试灯检查方法，如图 1-3 所示。

首先，将开关打开，拆下熔断的熔丝，并将测试灯跨接到熔丝端子上，观察测试灯是否点亮。如果测试灯亮，说明熔丝盒与开关之间出现短路，应修理熔丝盒与开关之间的线束。

如果测试灯不亮，再将开关闭合，并断开照明灯插接器，观察测试灯是否点亮。如果测试灯亮，说明开关与插接器之间出现短路，应修理开关与插接器之间的线束；如果测试灯不亮，说明插接器与照明灯之间没有出现短路。用同样方法依次检查各个短路点。

(2) 用自备电源测试灯检查开关导通性 用自备电源测试灯检查开关导通性时，接线方法如图 1-4 所示。当开关打开时，测试灯应不亮；当开关闭合时，测试灯应点亮，否则是开关有故障。

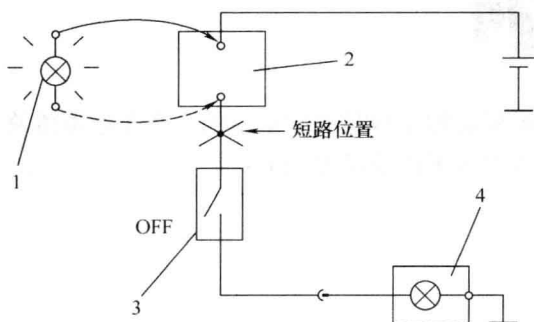


图 1-3 用测试灯法查找短路位置

1—试灯 2—熔丝 3—开关 4—前照灯

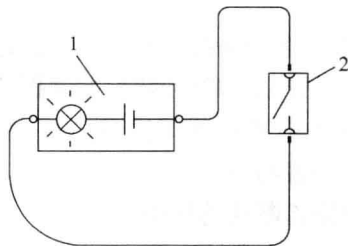


图 1-4 用自备电源测试灯检查开关导通性

1—自备电源测试灯 2—开关

(3) 用测试灯法查找断路位置 将测试灯的一根引线接地，另一根引线连接到开关插接器电源侧端子上，如图 1-5 中 a 点位置，测试灯应点亮，然后将测试灯连接到电动机插接器上即图中 b 点位置。若将开关打开，测试灯不应点亮；若将开关闭合，测试灯应点亮。否则开关或开关到电动机插接器之间的线路断路。

(4) 用跨接线查找断路位置 当怀疑某条线路断路时，可将跨接线的一根引线接入线的一端，另一根引线连接到另一端，如图 1-6 中的开关故障。用跨接线将开关的 ab 两端短接，若电动机工作，即可断定开关断路。

注意：首先要确认电路关系，防止跨接线引起电路短路。

(二) 万用表的使用

1. 功能介绍

目前用于诊断和检测发动机电路故障的数字万用表类型很多，但功能基本相同。下面以



UNI-T 系列 UT-105 数字式万用表为例（图 1-7）介绍其主要功能及使用方法。万用表功能符号及显示屏符号含义见表 1-1。

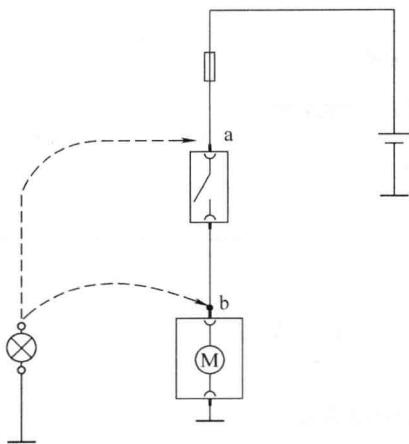


图 1-5 用测试灯法查找断路位置

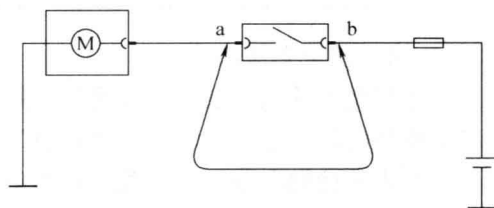


图 1-6 用跨接线查找断路位置



图 1-7 数字万用表

表 1-1 万用表功能符号及显示屏符号含义

功能符号及显示屏符号	符号含义
V ---	直流电压测量
V $\sim$	交流电压测量
Ω	电阻测量
$\text{--}\text{> }$	二极管 PN 结电压测量，单位：mV
$\text{--}\text{> }$	电路通断测量，单位： Ω
A ---	直流电流测量
DWELL	汽车点火闭合角测量，单位：($^{\circ}$)
RPM $\times 10$	汽车发动机转速测量（显示读数 $\times 10$ ），单位：r/min
POWER	电源开关



(续)

功能符号及显示屏符号	符号含义
HOLD	数据保持开关
	电池欠电压提示符
AC	测量交流时显示, 直流关闭
-	显示负的读数
4CYL/ 6CYL/ 8CYL	气缸数

(1) 交、直流电压测量

- 1) 根据电压的大小选择适当的电压测量量程, 如图 1-8 所示。
- 2) 检测时红表笔的一端插入“V/ Ω ”插孔中。
- 3) 黑表笔接触电路“地”端, 红表笔接触电路中待测点。

(2) 直流电流测量

- 1) 根据测量电流的大小选择适当的电流测量量程, 如图 1-9 所示。
- 2) 将红、黑表笔的一端插入孔中。
- 3) 红表笔接触电压高的一端, 黑表笔接触电压低的一端。

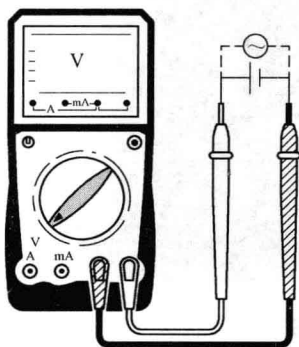


图 1-8 交、直流电压测量

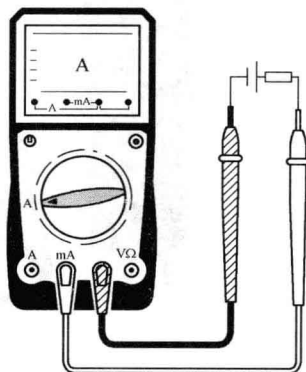


图 1-9 直流电流测量

(3) 电阻测量

- 1) 应先把电路的电源关断, 以免引起读数抖动。
- 2) 根据电阻的大小选择适当的电阻测量量程, 如图 1-10 所示。
- 3) 将红表笔的一端插入“V/ Ω ”插孔中。
- 4) 红、黑两表笔分别接触电阻两端, 观察读数即可。

(4) 二极管测量

- 1) 将红表笔一端接万用表内部正电源, 黑表笔一端接万用表内部负电源。
- 2) 红、黑两表笔分别接触二极管两端, 观察读数, 如图 1-11 所示。
- 3) 若显示“000”, 则说明二极管击穿短路; 若显示“1”, 则说明二极管正向不通。

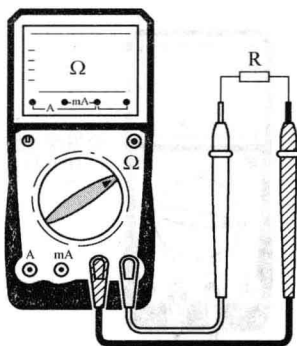


图 1-10 电阻测量

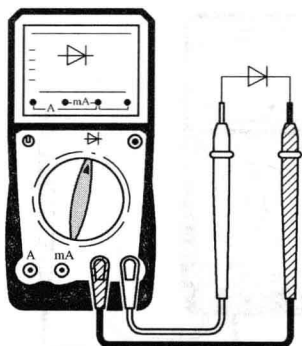


图 1-11 二极管测量

(5) 电路通断测量

- 1) 将红、黑表笔插入孔中,如图 1-12 所示。
- 2) 将功能、量程开关转到“ $\cdot \cdot \cdot$ ”位置。
- 3) 两表笔分别接触测试点,若有蜂鸣器响,说明短路;否则正常。

(6) 闭合角测量

- 1) 将“选择开关”旋转到触点闭合角区域中对应的缸数(4CYL、5CYL、6CYL、8CYL)位置上。
- 2) 红表笔的导线插入面板闭合角插孔(与电压/欧姆插孔为同一插孔)中。
- 3) 黑表笔的导线插入面板 COM 插孔中。
- 4) 红、黑表笔连接到被测电路上,读取触点闭合角度值,参照标准值进行分析。

(7) 发动机转速测量

- 1) 将“选择开关”旋转到转速(RPM 或 $\text{RPM} \times 10$)位置上。
- 2) 感应夹的红色导线插入面板电压/欧姆插孔内,黑色导线插入 COM 插孔内,感应夹夹在通往火花塞的高压线上,其上方的箭头应指向火花塞,按下“转速”选择按钮,根据被测发动机的冲程数和有无分电器,选择“4”或“2/DIS”,读取发动机转速值。

(8) 温度测量

- 1) 将“选择开关”旋转到温度($^{\circ}\text{C}$ 或 $^{\circ}\text{F}$)位置上。
- 2) 将汽车万用表配备的带测针的特殊插头,插接到面板上黄色插孔内,测针与被测温度的部位接触,温度稳定后,读取测量值。

(9) 数据保持(HOLD) 当检测数据基本稳定后,可以按下“HOLD”键,如图 1-13 所示,将检测数据保持,然后读取。

2. 万用表应用

(1) 电路熔断器的检查 将万用表调整到电阻档,检查熔断器是否断路,如图 1-14 所示。显示 0Ω 时,说明熔断器是好的;显示 ∞ 时,说明熔断器是坏的。

(2) 起动继电器的检查 先将电源连接继电器的 85 和 86 端子,再用万用表测量继电器 30 和 87 端子,如图 1-15 所示。若显示 0Ω ,说明继电器正常;若显示 ∞ 时,说明继电器是坏的。

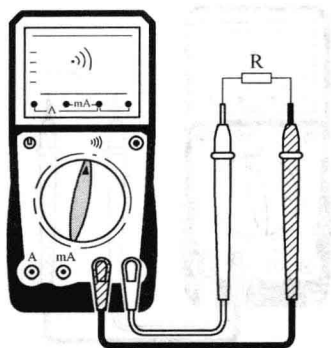


图 1-12 电路通断测量

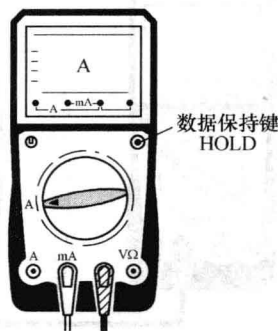


图 1-13 数据保持 (HOLD)

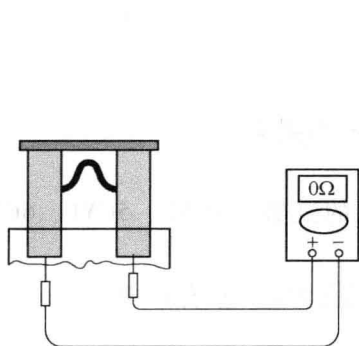


图 1-14 熔断器的检查

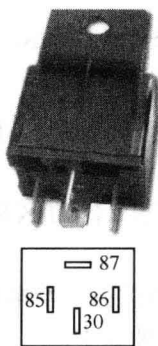


图 1-15 起动继电器检查

3. 万用表检测电路时的注意事项

- 1) 用电流档检测时, 要测量的电流大小如果不清楚, 为了万用表的安全, 应先用最大的量程来测量, 然后再逐渐减小量程来精确测量。
- 2) 禁止用电阻档测量电流或电压 (特别是交流 220V 电压) 或带电测量电阻, 否则容易损坏万用表。
- 3) 万用表测量二极管时, 万用表显示二极管的正向导通电压, 单位是 mV。通常好的硅二极管正向导通电压为 500 ~ 800mV, 好的锗二极管正向导通电压为 200 ~ 300mV。
- 4) 测量发动机闭合角时, 应注意屏幕显示的数值。4 缸机闭合角为 $0^\circ \sim 90.0^\circ$, 6 缸机闭合角为 $0^\circ \sim 60.0^\circ$, 8 缸机闭合角为 $0^\circ \sim 45.0^\circ$ 。
- 5) 用万用表测量时, 注意不要将表笔连接线靠近发动机旋转件, 以防发生事故。

(三) 故障诊断仪的使用

汽车电器中越来越多地采用了电控系统, 对于电控系统的故障检测和诊断, 必须借助故障诊断仪, 否则, 维修人员是无从下手的, 也很难快速准确找出故障原因。故障诊断仪类型很多, 由于原理不同, 其测试方法也不同。大众专用解码器 V. A. G1552 和通用型远征