



河南职业技术学院

国家示范性高职院校建设项目成果



汽车整车电路 检测与修复

◎ 阴丽华 胡勇 主编



NLIC2970791246

Guojia shifanxing gaozhi guanxiao jianshe xiangmu chengguo



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



电子工业出版社

河南职业技术学院
国家示范性高职院校建设项目成果

汽车整车电路 检测与修复

主 编 阴丽华 胡 勇
参 编 郭清华 罗道宝 张学涛



NLIC2970791246



机械工业出版社

本书是针对高职高专汽车检测与维修专业编写的,以技能操作为主线展开,满足理论实践一体化教学的需要。本书构建了崭新的课程体系,以汽车整车电路系统的典型故障为基础,设计了六个工作情境,详尽地介绍整车典型故障的检测与修复,内容包括常用的检测仪器、设备,汽车电路的基本元器件,汽车电路图的识读,桑塔纳轿车电路分析与维修,现代车系电路分析与维修,福特福克斯车系电路分析与维修。本书附带适用性较强的任务工单,帮助教师在教学工作中更好的完成理论与实践的结合。

本书图文并茂、通俗易懂、职业针对性强,可作为职业院校汽车检测与维修专业、汽车运用工程等专业的教材,亦可供汽车工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车整车电路检测与修复/阴丽华,胡勇主编. —北京:机械工业出版社, 2011.4

河南职业技术学院国家示范性高职院校建设项目成果

ISBN 978-7-111-34140-6

I. ①汽… II. ①阴…②胡… III. ①汽车—电路—车辆检修—高等职业教育—教材 IV. ①U463.620.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 063984 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:葛晓慧 责任编辑:葛晓慧 张双国

版式设计:霍永明 责任校对:王欣

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷(三河市胜利装订厂装订)

2011 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·17 印张·417 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-34140-6

定价:33.00 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

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版

序

三载寒暑，数易其稿，我院国家示范性高职院校建设成果之一——工学结合的系列教材终于付梓了，她就像一簇小花，将为我国高职教育园地增添一抹春色。我院入选国家示范性高职院校建设单位以来，以强化内涵建设为重点，以专业建设为龙头，以精品课程和教材建设为载体，与行业企业技术、管理专家共同组建专业团队，在课程改革的基础上，共同编著了30余部教材，涵盖了我院的机电一体化技术、电子信息工程技术、汽车检测与维修技术、烹饪工艺与营养四个专业的30余门专业课程。在保证知识体系完整性的同时，体现基于工作过程的基本思想，是本批教材探讨的重点。

本批教材是学院与行业企业共同开发的，适应区域、行业经济和社会发展的需要，体现行业新规范、新标准，反映行业企业的新技术、新工艺、新材料。教材内容紧密结合生产实际，融“教、学、做”为一体，力求体现能力本位的现代教育思想和理念，突出高职教育实践技能训练和动手能力培养的特色，注重实用性、先进性、通用性和典型性，是适合高职院校使用的理论和实践一体化教材。

本批教材由我院国家示范性重点建设专业的专业带头人、骨干教师与相关行业企业的技术、管理专家合作编写，这些同志大都具有多年从事职业教育和生产管理一线的实践经验，合作团队中既有享受国务院政府特殊津贴的专家、河南省“教学名师”，又有河南省教育厅学术技术带头人、国家技能大赛优胜者等。学院教师长期工作在高职教育教学一线，熟悉教学方法和手段，理论方面有深厚功底，行业企业专家具有丰富的实践经验，能够把握教材的广度和深度，设定基于工作过程的教学任务，两者结合，优势互补，体现“校企合作、工学结合”的主要精髓。相信这批教材的出版，将会为我国高职教育的繁荣发展做出一定贡献。

河南职业技术学院院长 王爱群

前 言

目前,国内更倾向于借鉴德国“以工作过程为导向”的课程开发和建设方法,即根据调研确定职业岗位的典型工作任务,并将其归纳成为若干个行动领域;再根据职业活动所需的知识和技能,将行动领域转换为学习领域,最终设计出“以工作过程为导向”的学习情境和学习单元,以充分体现课程的职业性。

本书从汽车检测与维修技术专业人才培养目标和职业岗位需求出发,以工作任务为目标,以真实汽车维修行业的工作过程为依托,以典型车型的典型故障为载体,设计了六个学习情境。

学习情境源于对企业经营过程、生产过程的总结和提炼,具有较强的针对性和适用性。学习情境又分为若干个学习单元,以具体故障的检测修复为中心,突出了技能操作在学习中的重要性,适用于理论和实践一体化教学。

本书全面体现高职高专教学改革、教材建设的需求,融入国内著名院校先进的教学成果,系统、全面地研究和借鉴德国职业教育模式,图文并茂、通俗易懂、针对性强、理论与实践统一,便于实施一体化教学和行动导向教学。本书强调的是对职业能力的培养,突出的是对知识和技能的有效学习和合理运用。因此,在内容上精简了部分理论知识,强化了检修操作技能训练,为实现工作过程系统化课程改革和培养高技能人才起到积极推动作用。

本书由河南职业技术学院阴丽华、胡勇主编,编写分工为:阴丽华编写学习情境5、6,胡勇编写学习情境1,郭清华编写学习情境4,罗道宝编写学习情境2,张学涛编写学习情境3。特别感谢上海大众汽车河南聚龙销售服务有限公司张学涛技师对本书的大力支持。

由于编者水平有限,书中难免存在不妥与疏漏之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

序

前言

学习情境 1 常用的检测仪器、设备	1
学习单元 1 常用电工仪器、检测工具	1
学习单元 2 汽车电脑故障诊断仪的使用	20
学习情境 2 汽车电路的基本元器件	28
学习单元 1 汽车插接器端子的更换	28
学习单元 2 开关的检测	38
学习单元 3 继电器、熔丝的检测	46
学习情境 3 汽车电路图的识读	56
学习情境 4 桑塔纳轿车电路分析与维修	77
学习单元 1 起动机不工作	77
学习单元 2 前照灯无近光	95
学习单元 3 刮水器工作不正常	115
学习情境 5 现代车系电路分析与维修	129
学习单元 1 充电指示灯时暗时亮	129
学习单元 2 温度表工作不良	142
学习单元 3 电动后视镜不工作	158
学习情境 6 福特福克斯车系电路分析与维修	168
学习单元 1 安全带指示灯不亮	168
学习单元 2 空调鼓风机电动机不工作	187
学习单元 3 雾灯不亮	202
任务工单	219
参考文献	264

学习情境1 常用的检测仪器、设备

学习单元1 常用电工仪器、检测工具

【学习目标】

- 1) 掌握汽车常用电工仪器、工具的使用方法。
- 2) 了解汽车专用万用表的特点。
- 3) 掌握汽车专用万用表的使用方法。

【任务载体】

在汽车电路的检修过程中，要使用到许多的电工仪器和工具。在用万用表检查汽车电脑控制系统时必须使用高阻抗的万用表（低阻抗的万用表会损坏微机），最好使用汽车专用万用表进行检查。对带有电脑控制系统的汽车进行电路检修时，还必须检测转速、闭合角、占空比、频率、压力、时间、电容、电感、温度等。

【相关知识】

当诊断和查找故障时，需要借助于一些工具和仪表。在使用这些工具和仪表前，必须详细了解其结构性能及使用注意事项，以决定其适合哪些电气系统的测量。

一、电流表

电流表是用来测量电路中电流大小的一种仪表，通常用符号Ⓐ表示。按其测量电流性质的不同，电流表可分为直流电流表、交流电流表两种。

使用电流表时，必须将电流表直接串联在所测电路中，尤其在测量直流电流时，要注意电流表的极性，以免损坏电流表。

在测量交流电流时，对于500V以下低压系统，当测量值小于50A时，可将交流电流表直接串联在电路中进行测量；若电流较大时，则必须与电流互感器配合使用，才可测量。

在一些准确度较高的电流表的刻度标尺板下，还装有一块弧形镜片，它的作用是消除使用者的“视觉”误差。

二、电压表

电压表是测量电路中电压高低的一种仪表，通常用符号Ⓥ表示，其特点是内阻较大。按其测量电压性质的不同，电压表可分为直流电压表、交流电压表两种。使用电压表测量时，应将电压表与被测电路并联。

三、万用表

常用的万用表有指针式和数字式两种。

1. 指针式万用表

指针式万用表有 500 型、MF9 型、MF10 型等多种型号。万用表一般都具有测量直流电压、直流电流、交流电压、静态电阻等多种功能,有的还能测量交流电流、电容量、电感量以及半导体管的某些参数等。

2. 数字式万用表

数字仪表是一种新型仪表,具有测量准确度高、灵敏度高、速度快及数字显示等特点。20 世纪 80 年代后,随着单片 CMOS A/D 转换器的广泛应用,新型袖珍式数字万用表也迅速得到普及,并正逐步取代指针式万用表。

UT51 型数字万用表的面板如图 1-1 所示。

使用时,将黑色表笔插入“COM”插孔,红表笔视测量参量不同可插入“V Ω ”或“A”及“10A”插孔,按下电源开关(POWER),在电池电压正常时,可进行测试。

(1) 电压、电阻的测量 将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V Ω ”插孔,将功能开关置于相应的挡位及合适的量程。

注意:

1) 测量直流电压时,将功能开关置于 V₋ 挡。

2) 测量交流电压时,将功能开关置于 V_~ 挡。

3) 测量电阻时,将功能开关置于 Ω 挡,并将电路中与被测电阻相连的其他电源断开。

(2) 电流的测量 将黑表笔插入“COM”插孔,当测量 2A 以下电流时,红表笔插入“A”插孔;当测量 10A 以下的电流时,红表笔插入“10A”插孔,再将功能开关置于相应的挡位及合适的量程。

注意:

1) 测直流电流时,将功能开关置于 A₋ 挡。

2) 测交流电流时,将功能开关置于 A_~ 挡。

(3) 二极管的测试及蜂鸣器的连通性测试 将黑表笔插入“COM”插孔,红表笔插入“V Ω ”插孔(红表笔极性为内部电源“+”),将功能开关置于“ $\rightarrow$ ”挡,并将表笔连接对待测二极管。

1) 若二极管的正、负极性已知,当万用表红表笔接到二极管的正极、黑表笔接到二极管的负极时,则万用表 LCD 显示器上的读数即为二极管正向电阻的近似值。

2) 若二极管的正、负极性为未知,则应对二极管分别进行两次不同极性的测量,较大的电阻测量值为二极管反向电阻的近似值,较小的电阻测量值为二极管正向电阻的近似值。此时,与万用表红表笔相连接的一端为二极管的正极。

3) 将表笔连接到待测线路的两端,如果两端之间电阻的阻值小于 70 Ω ,内置蜂鸣器将会发出声音。

(4) 晶体管 HFE 的测试

1) 将功能开关置于 hFE 量程。

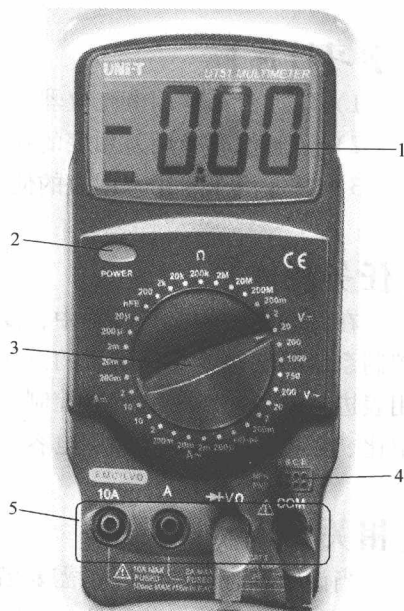


图 1-1 UT51 型数字万用表

1—LCD 显示器 2—电源开关 3—功能开关
4—晶体管测试插座 5—表笔(输入)插孔

2) 确定晶体管是 NPN 型还是 PNP 型, 将基极、发射极和集电极分别插入面板上相应的插孔。

3) 显示器上显示的值即为 h_{FE} 的近似值。

(5) 注意事项

1) 若使用前被测电压、电流范围为未知, 应将功能开关置于最大量程并逐渐下调。

2) 若显示器只显示“1”, 表示被测值超过量程极值, 功能开关应置于更高量程。

3) 红、黑表笔应插在符合测量要求的插孔内, 且保证接触良好。两表笔的绝缘层应完好。

4) 严禁在测量电压或电流的过程中改变功能开关的挡位, 以防止损坏仪表。

5) 为防止电击, 测量公共端“COM”和大地“ $\perp$ ”之间电位差不得超过 1 000V。

6) 被测电压高于直流 60V 或交流 30V (有效值) 时, 均应注意防止触电!

7) 液晶显示“ E3 ”符号时, 应及时更换电池。

8) 万用表使用后应关闭电源, 并将量程置于交流电压“V_~”最高挡。

四、示波器

示波器分为模拟式和数字式两类。

1. 模拟示波器

模拟示波器的显示屏上显示的电压波形称为光迹, 是由阴极射线管 (CRT) 内移动的光束形成的。电子枪产生光束, CRT 内的电压极板则在垂直和水平方向上使光束发生偏转, 形成光迹。其光迹是一种模拟式的“实时”电压图像。模拟示波器适合于测量频率较快、重复性好 (周期稳定) 的电压信号。

2. 数字示波器

数字示波器采集模拟的电压信号, 然后将其转变为数字信息记录下来, 再通过显示屏将其重现。与模拟示波器相比, 数字示波器具有以下特性: 可暂停显示、保存、打印或记录某个波形; 可显示、捕捉慢速变化、周期不稳、单一脉冲的各种信号波形。

五、汽车专用万用表

(一) 汽车专用万用表的产生与特点

对汽车的电气设备进行故障诊断和检测时, 万用表是必不可少的仪表。对于传统发动机来讲, 要检测电路中的电压、电流、电阻等参数, 使用普通指针式万用表即可。但现代发动机均采用微机控制, 使用低阻抗指针式万用表会对车载电脑及传感器造成损坏。所以, 必须采用高阻抗的数字万用表。

一般的数字式万用表只能测量直流和交流电压、直流电流、电阻、二极管、晶体管和电路的通断等。对于电控汽车来讲, 只检测上述参数是远远不够的, 还必须检测转速、闭合角、占空比、频率、压力、时间、电容、电感、温度等。这些参数, 对于电控汽车的故障诊断是十分重要的。用一般的数字式万用表是无法检测上述参数的, 因此, 现代电控汽车的检测及故障诊断必须采用汽车专用万用表。

汽车专用万用表是一种数字式多用表, 其外形、结构和工作原理与数字式万用表相同。它具有数字式万用表的一切优点, 并使其扩展至汽车检测领域。汽车专用万用表的种类很多, 大多为进口仪表, 虽然面板形式不同, 但功能相近, 对上述提到的各种参数均能进行检测。常用的汽车专用万用表有笛威 TWAY9206A、TWAY9406A, 美国艾克强 ACTRON MOD-

EL2882、MODEL3002、Sunpro Cp7678, 萨美特 SUMMIT SDM586、SDM786, OTC 系列汽车专用万用表, 我国台湾产品 EDA 系列汽车专用万用表等。有的专用数字万用表还增加了示波器、运行记录器、发动机分析仪的功能, 在它外形尺寸不变的情况下, 做到了专用数字万用表的多功能、多用途。

为实现汽车专用万用表的某些功能, 例如测量转速和温度, 它还配备了一些配件, 如热电偶适配器、热电偶探头、电感式拾取器和感应式电流夹钳等。

汽车专用万用表普及得非常迅速, 已经成为汽车修理技术人员必备的工具之一。不论是哪种型号的汽车专用万用表, 除具备一般常规功能外, 还具有以下特殊功能。

1) 测量交、直流电压。考虑到电压的允许变动范围及可能产生的过载, 汽车专用万用表应能测量大于 40V 的电压值; 但测量范围也不宜过大, 否则, 读数的准确度会有所下降。

2) 测量电阻。汽车专用万用表应至少能测量 $1\text{M}\Omega$ 的电阻, 测量范围越大则使用越方便。

3) 测量电流。汽车专用万用表应能测量大于 10A 的电流, 测量范围太小则使用不方便。

4) 记忆最大值和最小值。该功能用于记录某电路的瞬间故障参数。

5) 模拟条显示。该功能用于观测连续变化的数据。

6) 测量脉冲波形的频宽比和点火线圈一次侧电流的闭合角。该功能用于检测喷油器、怠速稳定控制阀、EGR 电磁阀及点火系统等工作状况。

7) 测量转速。

8) 输出脉冲信号。该功能用于检测无分电器点火系统的故障。

9) 测量传感器输出的电信号频率。

10) 测量二极管的性能。

11) 测量大电流。配置电流传感器后, 可以测量大电流。

12) 测量温度。配置温度传感器后可以检测冷却液温度、尾气温度和进气温度等。

目前国内市场上的汽车专用万用表, 如“胜利—98”、TWAY9206、TWAY9406A、EDA. 230 和美国 OTC 系列汽车专用万用表等都具有上述功能。有些汽车专用万用表除了具有上述基本功能外, 还有一些扩展功能。例如, EDA-230 型汽车专用万用表在配用附件真空/压力转换器后可以测量压力和真空度, 并且它还具有背光显增功能, 使显示数据在光线较暗时也能被看清楚。

随着汽车技术的发展, 汽车维修诊断、检测仪器也在趋于集成化, 功能也越来越多, 如元征公司的 ADC2000 汽车电脑诊断仪, 既能解码, 也具备发动机分析功能(如燃烧效率、功率测试、各缸压缩压力测试), 同时也兼有万用表、示波器功能。

(二) 汽车专用万用表面板介绍

SUMMIT SDM586 汽车专用万用表面板如图 1-2 所示。

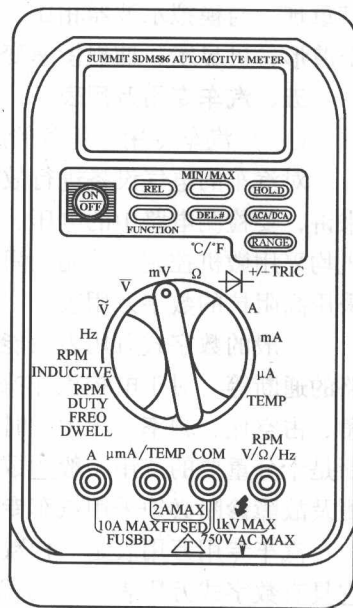


图 1-2 SUMMIT SDM586 汽车专用万用表面板

1. 选择开关

打开仪表电源开关,用选择开关选择所需要的功能后,所有的功能字符将出现在显示器上。同时,仪表进行自检,随后仪表才能进行正常操作。SDM586 汽车专用万用表选择开关如图 1-3 所示。

具体说明如下:

(1) RPM (DUTY FREQ DWELL) 挡 使用表笔进行转速、占空比、脉宽和频率测量。

(2) RPM (INDUCTIVE) 挡 感应式转速测量。

(3) Hz 频率测量,量程有 200Hz、2kHz、20kHz、200kHz。

(4) $\tilde{V}$ 交流电压测量,量程有 4V、40V、400V、1 000V。

(5) $\overline{V}$ 直流电压测量,量程有 4V、40V、400V、1 000V。

(6) mV 直流电压毫伏测量,量程有 400mV。

(7) Ω 欧姆与连续性测量,量程有 400 Ω 、4k Ω 、40k Ω 、400k Ω 、4M Ω 、40M Ω 。

(8) ∇ 二极管测量,量程有 3V。

(9) A 交、直流电流测量,量程有 4A、10A。

(10) mA 挡 交、直流电流毫安测量,量程有 40mA、400mA。

(11) μA 挡 交、直流电流微安测量,量程有 400 μA 、4000 μA 。

(12) TEMP 挡 温度测量,量程为摄氏 -40 ~ +1370 $^{\circ}C$ 、华氏 -40 ~ +2498 $^{\circ}F$ 。

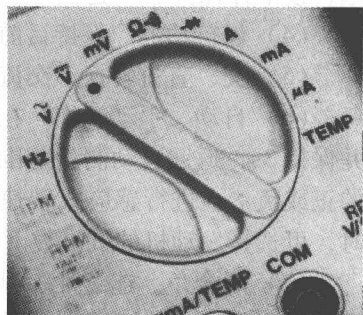


图 1-3 SDM586 汽车专用万用表选择开关

2. 功能按键

当功能键被按下时,相应的符号将出现在显示器上,同时蜂鸣器响。

SDM586 汽车专用万用表功能按键控制面板如图 1-4 所示。

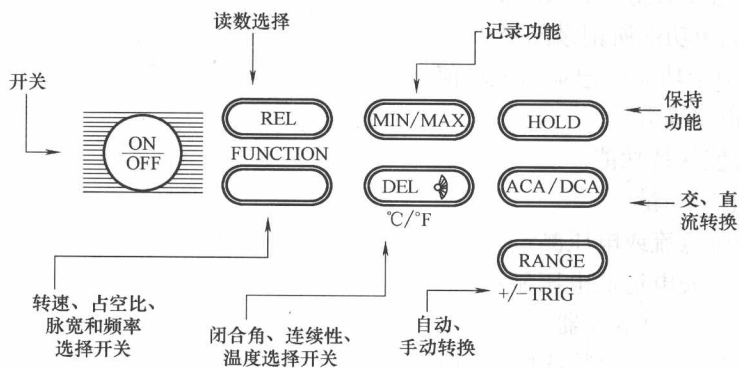


图 1-4 SDM586 汽车专用万用表功能按键控制面板

具体说明如下:

(1) 开关 仪表电源开关。

(2) 读数选择 选择相对读数功能,再次按下退出该功能。

(3) 记录功能 选择记录功能,再次按下依次显示最大值、最小值、平均值和目前读

数,按下并保持3s,退出该功能。

(4) 保持功能 保持目前读数功能,再次按下退出该功能。

(5) 交、直流转换 交流、直流电流选择键。

(6) 自动、手动转换 在自动测量范围(AUTO Rance)下,按下选择手动范围,按下并保持3s,返回自动测量范围;在进行脉宽、占空比和频率测量时,按下可选择触发相位的正或负;在进行感应式转速测量时,可选择发动机的行程数;在使用表笔进行转速测量时,可选择发动机的气缸数。

(7) 闭合角、连续性、温度选择开关 在RPM (DUTY FREQ DWELL)挡时,可选择闭合角测量;在欧姆挡时,可选择连续性测量;在进行温度测量时,可选择摄氏或华氏。

(8) FUNCTION 在RPM (DUTY FREQ DWELL)挡时,按下可依次选择转速、占空比、脉宽和频率的测量。

3. 液晶显示器

显示器除显示测量数值外,还将正在进行的测量项目符号显示在显示器上,如图1-5所示。如果输入信号稳定,测量结果将很精确;如果输入信号是变化的,可以通过观察显示器下方线柱的高低,完成测量。如果变化值太大,超出线柱显示范围,显示器将显示超载。在占空比测试中,如果信号很高、很低或无信号,显示器也显示超载。

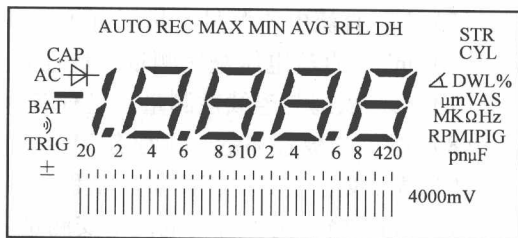


图 1-5 SDM586 液晶显示器

现将图1-5所示显示器上的符号含义说明如下:

- (1) AUTO 自动选择最佳测量范围。
- (2) REC 记录功能。
- (3) MAX 记录功能所记录的最大值。
- (4) MIN 记录功能所记录的最小值。
- (5) AVG 记录功能所记录的平均值。
- (6) REL 相对读数。
- (7) DH 数值保持功能。
- (8) CAP 电容测量。
- (9) AC 交流电流或电压测量。
- (10) BAT 仪表电池低电压显示。
- (11) TRIG 正、负触发器。
- (12) STR 发动机行程数选择,2或4。
- (13) CYL 发动机气缸数选择,最多为8缸。
- (14) DWL 闭合角。
- (15) RPM IP 使用感应式夹钳测量转速,将夹钳夹在1缸高压线上。
- (16) RPM IG 使用表笔测转速,将表笔接在点火线圈低压接柱上。
- (17) V 电压挡。
- (18) mV 毫伏电压挡。

- (19) A 电流挡。
- (20) mA 毫安电流挡。
- (21) μ A 微安电流挡。
- (22) % 占空比测量。
- (23) Ω 欧姆或阻抗测量。
- (24) k Ω 千欧。
- (25) M Ω 兆欧。
- (26) Hz 频率测量。
- (27) kHz 千频测量。
- (28) ms 毫秒测量, 使用于喷油脉宽。
- (29) ∇ 二极管测量。
- (30) (·))) 显示连续性。
- (31) p μ F 电容量测量, pF、nF、 μ F。

六、常用检测工具

1. 跨接线

简单的跨接线就是一段多股导线, 它的两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头, 它有多种样式。工具箱内必须有多种形式的跨接线, 以用作特定位置的测量。图 1-6 所示为蓄电池跨接线。

跨接线虽然比较简单, 但却是非常实用的工具, 它可起到旁通电路的作用。如某一电气部件不工作, 首先将跨接线连接在被试部件接线点“-”与车身搭铁之间, 若此时部件工作, 则说明部件搭铁线路断路; 如搭铁线路良好, 就将跨接线连接在蓄电池“+”极与被试部件的电源接柱之间, 若此时部件工作, 则说明部件电源电路有故障(断路或短路)。

跨接线的使用方法如图 1-7 所示。

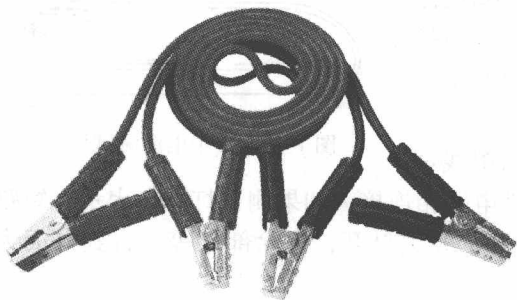


图 1-6 蓄电池跨接线

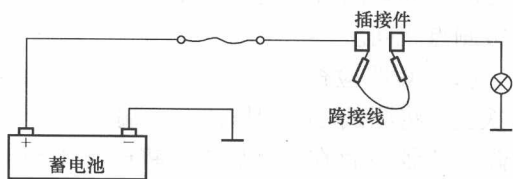


图 1-7 跨接线的使用方法

注意事项:

1) 用跨接线将电源电压加至试验部件之前, 必须先确认被试部件的电源电压是否应为 12V。如有的喷油器电源电压为 4V, 如加上 12V 电压就可能使喷油器损坏。

· 2) 跨接线不可错误连接在试验部件“+”接头与搭铁之间。

2. 12V 测试灯

12V 测试灯由试灯、导线和各种型号端头组成, 如图 1-8 所示。它主要用来检查系统电

源电路是否给电气部件提供电源。

使用测试灯时,如图1-9所示,将12V测试灯一端搭铁,另一端接电气部件电源接头。如果测试灯亮,说明电气部件的电源电路无故障;如果测试灯不亮,再接去向电源方向的第二个接线点。如果测试灯亮,则故障在第一接点与第二接点之间,电路出现的是断路故障;如果测试灯仍不亮,则再去接第三个接点,依此类推,直到灯亮为止。且故障在最后被测接头与上一个被测接点间的电路上,大多为断路故障。

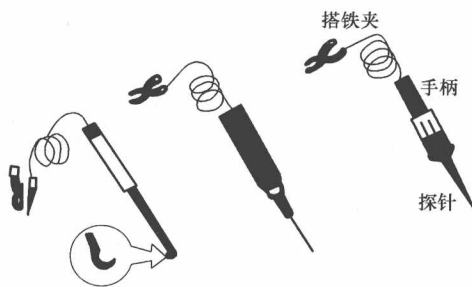


图 1-8 12V 测试灯

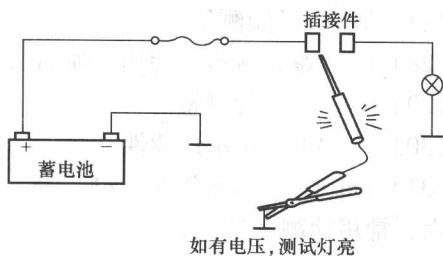


图 1-9 测试灯的使用方法

3. 自带电源测试灯

如图1-10所示,自带电源测试灯与12V测试灯基本相同,它只是在手柄内加装了两节1.5V干电池。它用来检查电气电路断路和短路故障。

(1) 断路检查 首先断开与电气部件相连接的电源电路,将测试灯一端搭铁,另一端接电路各接点(从电路首端开始)。如果测试灯不亮,则断路出现在被测点与搭铁之间;如果测试灯亮,则断路出现在此时被测点与上一个被测点之间。

(2) 短路检查 首先断开电气部件电路的电源线和搭铁线,将测试灯一端搭铁,一端与余下电气部件电路相连接。如果测试灯亮,表示有短路故障(搭铁)存在,然后逐步将电路中插接器脱开,开关打开,拆除部件等,直到灯灭为止,短路出现在最后开路部件与上一个开路部件之间。

注意:不可用测试灯检查汽车电子控制系统,除非维修手册中有特殊说明,才可进行。

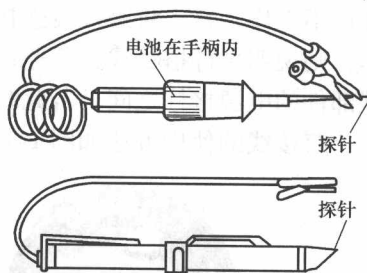


图 1-10 自带电源测试灯

【技能操作】

一、基本电量的测量

1. 电压的测量

如图1-11a所示,将万用表置于直流电压挡适当的量程上,将两支测试表笔以并联方式与被测元器件(或电路)相接,同时观察表针的摆动方向。若正向摆动(接法正确),即可读出测量数值;若反向摆动(接法错误),应立即交换两支测试表的接法后再读数。

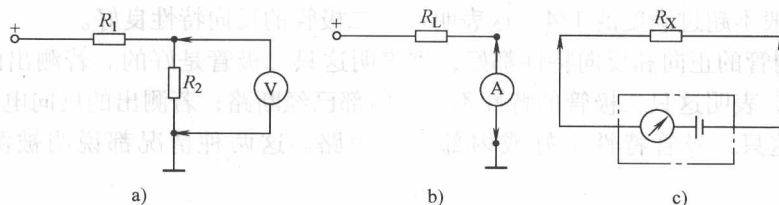


图 1-11 基本电量的测量

a) 电压的测量 b) 电流的测量 c) 电阻的测量

2. 电流的测量

如图 1-11b 所示, 将万用表置于直流电流挡合适的量程, 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; 否则, 会损坏表头。

3. 电阻的测量

如图 1-11c 所示, 将万用表置于电阻挡, 此时表头与万用表内的电池串联。注意: 由于测量时万用表内电池的电压有所变化, 所以每一次都需将两支表笔短接进行校零。

二、主要元器件的检测

1. 判断大容量电解电容器的极性

将万用表置于电阻 ($R \times 1k$) 挡, 先将两支表笔与电容器的两根引线任意相接, 万用表的指针突然向右摆动, 表明万用表内电池开始对电容器充电。随着充电的进行, 表针会自动向左回摆。此时, 将电容器两引线短接一下, 进行放电, 然后交换两支表笔做同样的检测。两次检测中电阻值较大 (即漏电小) 的那一次, 黑表笔所接的那根引线为电容器的正 (+) 极。

2. 小容量电容器漏电的检测

小容量电容器体积较小, 引线也较细, 测量时两只手不应同时捏住电容器的两根引线。小容量电容器在进行正、反向检测时, 万用表指针 (表针) 基本不动或微微动一下即为正常; 否则, 为漏电过大, 不能使用。

3. 检验二极管的好坏

检验二极管的好坏主要是检查它的单向导电特性。如果有此特性, 二极管就是好的; 若没有单向导电特性, 二极管就是坏的。只要用万用表量一下二极管的极间电阻即可知晓。需要注意的是, 用万用表的欧姆挡测量电阻时, 对外电路来说, 万用表的 “-” 端 (黑表笔) 输出的是万用表内电池的正电极, 而 “+” 端 (红表笔) 输出的是万用表内电池的负电极。检查二极管好坏的步骤如下:

1) 选用万用表 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡。

2) 用万用表黑表笔接二极管正极, 红表笔接二极管负极, 测出二极管的正向电阻。若被测二极管是一只良好的硅管, 则表针指示约在表盘中间或中间偏右一点; 若是一只良好的锗管, 则表针指示约在表盘右端靠近满度而又不到满刻度的地方。这表明被测二极管的正向特性良好。

3) 把两个表笔对换, 红表笔接二极管正极, 黑表笔接二极管负极, 测出二极管的反向电阻。若被测二极管是一只硅管, 表针应基本不动, 指示值为 ∞ ; 若是一只锗管, 表针也应

摆动很小，一般不超过满度的 $1/4$ 。这表明被测二极管的反向特性良好。

4) 若被测管的正向和反向特性都好，则表明这只二极管是好的。若测出的正向电阻很大，甚至为 ∞ ，表明这只二极管的特性不好或内部已经断路；若测出的反向电阻很小，甚至为 0，也表明这只二极管特性不好或内部已经短路。这两种情况都说明被测二极管已经损坏。

4. 判断二极管的电极

一般二极管管壳上都印有电极符号或标志，当符号或标志看不清时，应判别它的管脚是什么电极。其步骤如下：

- 1) 选用万用表 $R \times 100$ 或 $R \times 1k$ 挡。
- 2) 红表笔和黑表笔分别接被测二极管的两个电极。
- 3) 观察表针的摆动幅度。若摆动幅度较大，则说明测的是二极管的正向电阻，那么此时黑表笔所接的电极为二极管的“+”极，红表笔所接的电极为二极管的“-”极。若表针摆动较小或基本不动，则说明测的是二极管的反向电阻，此时黑表笔所接电极为二极管的“-”极，红表笔所接电极为二极管“+”极。

此外，也可以对在电路中的二极管进行在线测试（此时要注意电路不能加电，否则可能烧坏万用表）。其方法是用万用表欧姆挡测量二极管两端电阻值，然后调换表笔极性再进行测量，会得到不同的读数，且其差值较大（几百欧至几千欧）。例如，有一只二极管，它在某电路中正方向读数是 80Ω ，反方向的读数则是 $300k\Omega$ 。这种读数上的差异被称为“二极管效应”，它在检测电路中晶体管的极性时也是很有用的。

5. 检测判断晶体管的基极

将万用表（指针式）的功能开关拨到 $R \times 100$ 挡或 $R \times 1k$ 挡（数字式万用表拨到 $R \times 20k$ 挡或 $R \times 200k$ 挡）。先假设一个电极为基极 b，并将一支表笔接此电极，另一支表笔分别接其余两个电极进行检测，如图 1-12a 所示。如测得阻值都很大（或都很小），则对调表笔位置后再次进行检测，如图 1-12b 所示。如此时测得阻值都很小（或都很大），说明假设正确，该电极就是基极 b。

在对调表笔前、后检测中，只要测得阻值出现一大一小（具体阻值与晶体管型号、万用表型号及其电源电压等因素有关），就说明假定错误，该电极不是基极；需另设一个电极为基极，直到假设正确为止。

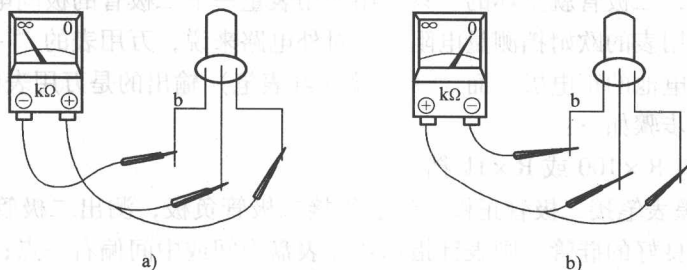


图 1-12 检测判断晶体管的基极

6. 检测判断晶体管的类型

晶体管的基极确定后，即可检测判断晶体管的类型。用指针式万用表检测时，将挡位开

关旋至 $R \times 10$ 挡, 用万用表的黑表笔接晶体管基极 b , 红表笔分别接另外两个电极进行测试。如测得阻值都很小, 则说明晶体管为 NPN 型, 如图 1-13a 所示; 如测得阻值都很大, 则说明晶体管为 PNP 型。

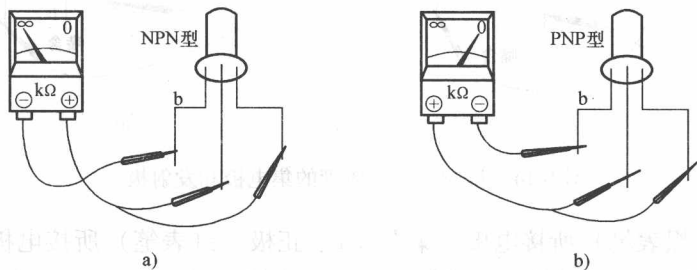


图 1-13 检测判断晶体管的类型

当用万用表的红表笔接晶体管基极 b , 黑表笔分别接另外两个电极进行测试时, 如测得阻值都很小, 则说明该晶体管为 PNP 型, 如图 1-13b 所示; 如测得阻值都很大, 则说明晶体管为 NPN 型。

必须注意: 数字式万用表的红表笔是与万用表内电源的正极相连, 黑表笔是与万用表内电源的负极相连; 而指针式万用表的红表笔是与万用表内电源的负极相连, 黑表笔是与万用表内电源正极相连。因此, 当用数字式万用表检测晶体管的类型时, 判断结果与用指针式万用表时正好相反。当用数字式万用表检测时, 功能开关拨到 $R \times 200k$ 以上挡位, 否则不能正确读出阻值。万用表的正极 (红表笔) 接晶体管基极, 负极 (黑表笔) 分别接另外两个电极测试时, 如测得阻值都很小, 说明晶体管为 NPN 型; 如测得阻值都很大, 说明该晶体管为 PNP 型。反之, 当用数字式万用表的负极 (黑表笔) 接晶体管基极, 正极 (红表笔) 分别接另外两个电极测试时, 如测得阻值都很小, 说明晶体管为 PNP 型; 如测得阻值都很大, 说明该晶体管为 NPN 型。

7. 检测判断晶体管的集电极与发射极

集电极和发射极可在判断晶体管的基极和类型之后, 利用晶体管正向电流放大系数比反向电流放大系数大的原理检测判断。

用指针式万用表检测 NPN 型晶体管时, 先将两支表笔分别接基极以外的两个电极, 一手握住管壳, 并用嘴含住基极 b (即利用人体电阻实现偏置), 如图 1-14a 所示, 记下此时测得的阻值; 然后, 对调表笔检测位置, 按上述方法再次测试。比较两次测得阻值的大小, 其中测得阻值较小的一次, 万用表负极 (黑表笔) 所接电极即为集电极 c 、正极 (红表笔) 所接电极即为发射极 e 。

检测 PNP 型晶体管时, 测试方法与上相同, 判断结论是: 两次测试中阻值较小的一次, 万用表正极 (红表笔) 所接电极即为集电极 c 、负极 (黑表笔) 所接电极即为发射极 e , 如图 1-14b 所示。

用数字式万用表检测时, 功能开关应拨到 $R \times 200k$ 以上挡位; 否则, 不能正确读出阻值。其测试方法与指针式万用表相同, 但判断结论有所不同。测试 NPN 型晶体管的判断方法是: 两次测试中阻值较小的一次, 万用表正极 (红表笔) 所接电极即为集电极 c 、负极 (黑表笔) 所接电极即为发射极 e 。测试 PNP 型晶体管的判断方法是: 两次测试中阻值较小的一