



全国汽车专业“十三五”规划新教材
全国技能型创新示范教材

汽车电气设备 构造与维修

QICHE DIANQI SHEBEI
GOUZAO YU WEIXIU

■ 沈步楼 张新强 刘俊明 主编



电子科技大学出版社



全国汽车专业“十三五”规划新教材
全国技能型创新示范教材

汽车电气设备 构造与维修

主 编 沈步楼 张新强 刘俊明
副主编 陈曦鹏 王建华 王 琳



电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电气设备构造与维修/沈步楼,张新强,刘俊
明主编. —成都:电子科技大学出版社,2017.7
ISBN 978-7-5647-4839-5

I. ①汽… II. ①沈…②张…③刘… III. ①汽车—
电气设备—构造—高等学校—教材②汽车—电气设备—车
辆修理—高等学校—教材 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 182151 号

汽车电气设备构造与维修

沈步楼 张新强 刘俊 主编

策划编辑 杜倩 李倩
责任编辑 杜倩 李倩

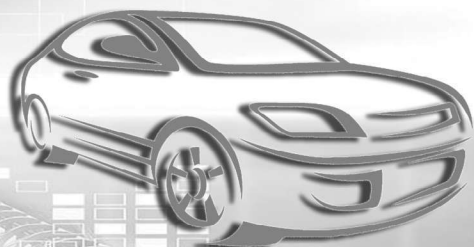
出版发行 电子科技大学出版社
成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestcp.com.cn
服务电话 028-83203399
邮购电话 028-83201495

印 刷 三河市祥达印刷包装有限公司
成品尺寸 185mm×260mm
印 张 18.75
字 数 438 千字
版 次 2017 年 7 月第 1 版
印 次 2017 年 7 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5647-4839-5
定 价 46.00 元

版权所有,侵权必究

前言



随着我国汽车工业的快速发展,汽车保有量急剧增加,尤其是私家车增长更为迅速,从而导致维修人才供不应求。汽车电气系统维修是汽车维修人员必须掌握的技能,也是高等职业院校汽车类专业的一门核心课程。为了适应我国汽车工业的发展,满足汽车专业高技能人才培养的需要,编者结合多年的教学经验和教学实训条件,编写了本书。

本书内容以学生为主导,所有项目与汽车维修企业中遇到的维修项目实现零距离接轨,使学生从中能学到切实可行的知识与技能。理论与实践相结合,由浅入深,系统地阐述了现代汽车电气设备构造及其工作原理、维修及诊断方法。

本书在编写过程中体现以下特色:

(1)在内容的选择上,注重理论与实践的紧密结合,注重市场岗位对人才知识、能力要求,较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容;

(2)根据职业教育的特点,在基本结构、工作原理、检测维护和故障诊断与排除的基础上加强了针对性和实用性,突出了常用的应用技术,力求把传授知识和培养能力有机地结合起来,注重对学生分析问题和解决问题的能力进行培养;

(3)拍摄和制作 1~2 种轿车实物图片,为理论知识与实物对照相适应,以及教师资源整合提供方便。

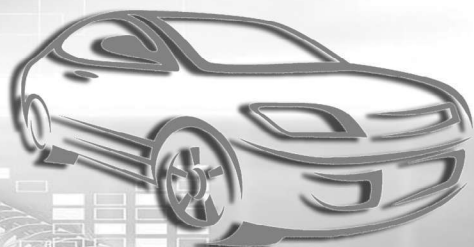
(4)本书的每个检修任务都是根据汽车电气维修的实际情况制定了严谨的检修工艺。

每个任务后都根据理论和操作知识的学习需要,附带了任务工单和评估考核表,使教师教学设计更加方便,学生的知识技能学习更有针对性。

本书由沈步楼、张新强、刘俊明任主编,陈曦鹏、王健华、王琳任副主编。由于时间仓促、作者编写能力有限,书中难免存在错误之处,望广大读者给予批评指正。

编者
2017年3月

目 录



项目一 汽车电气设备的认知 1

- 任务一 汽车电气基础知识 (1)
- 任务二 汽车检测工具和仪器的使用 (6)

项目二 汽车蓄电池 14

- 任务一 蓄电池的作用与组成 (14)
- 任务二 蓄电池的工作原理 (20)
- 任务三 蓄电池的使用与维护 (24)
- 任务四 蓄电池常见故障检修 (32)

项目三 汽车起动系 40

- 任务一 起动机的结构概述 (40)
- 任务二 起动机的使用与检测 (50)
- 任务三 起动机常见故障诊断 (56)

项目四 汽车点火系统 65

- 任务一 点火系统的组成与工作原理 (65)
- 任务二 点火系统的使用维护与检测 (78)
- 任务三 点火系统常见故障诊断 (84)

项目五 照明与信号系 102

- 任务一 照明与信号系概述 (102)
- 任务二 转向信号系统的结构原理与检修 (111)
- 任务三 制动与倒车信号系统的结构原理 (115)
- 任务四 电喇叭的结构原理与检修 (118)



项目六 仪表与安全设备	124
任务一 汽车仪表系统的结构原理	(124)
任务二 汽车报警系统的结构原理	(131)
任务三 汽车仪表与报警系统的检修	(134)
任务四 汽车安全气囊概述	(140)
任务五 安全气囊的检测	(147)
任务六 安全气囊电力不足	(153)
项目七 刮水器与洗涤器	166
任务一 电动刮水器组成及工作原理	(166)
任务二 电动刮水器故障诊断	(173)
项目八 汽车空调系	184
任务一 空调制冷系统的构造与维修	(184)
任务二 空调控制系统的检修	(196)
任务三 汽空调系统常见故障的诊断	(206)
项目九 汽车防盗系统	216
任务一 防盗系统的结构原理与检测	(216)
任务二 防盗控制系统失灵检修	(223)
项目十 汽车交流发电机	235
任务一 发电机的结构原理	(235)
任务二 交流发电机的检测	(245)
任务三 发电机的检修	(251)
任务四 充电指示灯不亮	(262)
项目十一 汽车电器总线路	271
任务一 汽车电路基础知识	(271)
任务二 电气系统电路分析	(278)
参考文献	294

项目一

汽车电气设备的认知

项目概述

汽车电气设备是汽车的重要组成部分。随着电子技术在汽车上的应用越来越广泛，尤其是微型计算机在汽车上的应用，大大推动了汽车工业的发展，同时给汽车的传统控制装置带来了巨大的变革。当前，电子技术在解决汽车能源、安全、污染等方面，起着越来越重要的作用。

项目目标

- (1) 掌握汽车电气设备的组成与特点；
- (2) 掌握汽车电路的基本知识；
- (3) 重点掌握常用的汽车电气电路故障的诊断方法。

技能目标

- (1) 能正确认识汽车上的常用电气设备；
- (2) 能正确使用检测电气设备时常用的仪表和工具。

任务一 汽车电气基础知识

一、汽车电气设备的组成

汽车电气设备是汽车的重要组成部分，其工作性能的优劣直接影响汽车的动力性、经济性、安全性、可靠性、舒适性和排放性等。汽车电气设备主要由电源系统、用电设备和配电装置组成。

1. 电源系统

为了能安全、舒适地驾驶，车辆装有许多电气装置。车辆不但在行驶时要用电，停车时也要用电。因此，汽车电源系统将蓄电池作为电源，并有充电系统，通过发动机运行来



发电，充电系统向所有的电气设备供电并对蓄电池充电。

汽车电源系统主要包括发电机、电压调节器（装在发电机内）、蓄电池、电流表、点火开关等，如图 1-1 所示，其作用是向全车用电设备提供低压直流电源。

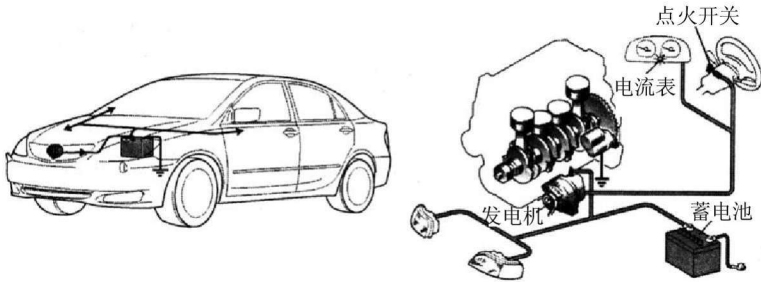


图 1-1 电源系统整体图

蓄电池、发电机与用电设备都是并联的（如图 1-2 所示）。在发动机正常工作时，发电机向用电设备供电和向蓄电池充电；起动时，蓄电池向起动机供电。电流表用来指示蓄电池的充放电状况。电压调节器的作用是使发电机在转速变化时，能保持其输出电压恒定。

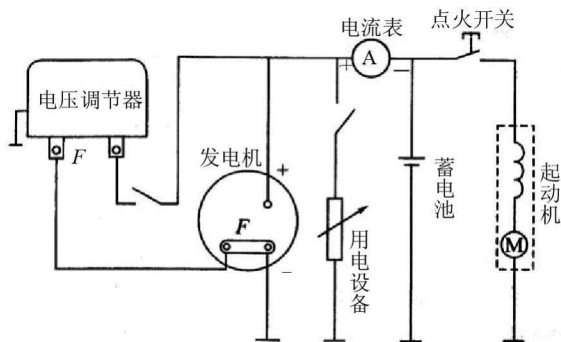


图 1-2 电源系统电路示意图

当点火开关处于 ON 位置时，电流从蓄电池流向发电机。其原因如下：车辆使用的发电机一般通过旋转的磁体来发电，此磁体不是永久磁体而是电磁体，它通过内部电流流通来产生磁力。因此，在起动发动机准备发电之前必须向发电机供电。

2. 用电设备

汽车上的用电设备众多，具体可分为起动系统，点火系统，照明系统，信号系统，仪表、报警与电子显示系统（信息显示系统），辅助电气系统，电子控制系统等。

(1) 起动系统包括直流电动机、传动机构、控制装置及起动继电器等。其作用是带动发动机飞轮旋转使曲轴达到必要的起动转速，从而起动发动机。

(2) 点火系统仅用于汽油机上，其任务是将低压电变成高压电，产生高压电火花，适时可靠点燃汽油机发动机气缸内的可燃混合气。点火系统分为传统点火系统、电子点火系统及电控点火系统三种类型。

(3) 照明系统包括汽车内外各种照明灯及其控制装置。其作用是确保车内外一定范围内合适的照度，告示行人、车辆引起注意，指示行车方向和操作状态，报警运行性机械故障，以确保行驶和停车的安全性与可靠性，主要用来保证夜间行车安全。



(4) 信号系统包括电喇叭、蜂鸣器、闪光器及各种行车信号标识灯, 提供安全行车所必需的信号。其作用是保证车辆运行时的人车安全。

(5) 仪表、报警与电子显示系统包括各种电器仪表(如电流表、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)。其作用是显示汽车运行参数及交通信息, 监控汽车发动机和汽车行驶中各系统的工作状况。

(6) 辅助电气系统包括电动刮水器、空调、低温起动预热装置、收录机、点烟器、玻璃升降器、电动后视镜、中控门锁等。其作用是為驾驶员和乘员提供良好的工作条件和舒适的乘坐环境。

(7) 电子控制系统包括电控燃油喷射装置、电子点火装置、制动防抱死装置、自动变速器等。其作用是更加精确地控制汽车各个系统, 使经济性、动力性、安全性等得到提高。

3. 配电装置

配电装置包括中央接线盒、电路开关、保险装置、插接器和导线等。其作用是规范布线; 便于诊断汽车电器故障。

二、汽车电气设备的特点

现代汽车种类繁多, 电气设备功能各异, 但电路设计都遵循一定的原则, 了解这些原则对汽车电路的分析和故障的检修很有帮助。

1. 单线制

所谓单线制, 就是利用汽车发动机和底盘、车身等金属机件作为各种用电设备的共用连线(俗称搭铁), 而用电设备到电源只需另设一根导线。任何一个电路中的电流都从电源的正极出发, 经导线流入到用电设备后, 通过金属车架流回电源负极而形成回路。

采用单线制不仅可以节省材料(铜导线), 使电路简化, 而且便于安装和检修, 降低故障率。但在一些不能形成可靠的电气回路或需要精确电子信号的回路中应采用双线制。

2. 负极搭铁

所谓搭铁, 就是采用单线制时, 将蓄电池的一个电极用导线连接到发动机或底盘等金属车体上。若蓄电池的负极连接到金属车体上, 则称为负极搭铁; 反之, 若蓄电池的正极连接到金属车体上, 则称为正极搭铁。我国标准中规定汽车电器必须采用负极搭铁。目前世界各国生产的汽车大多采用负极搭铁方式。

3. 两个电源

所谓两个电源, 是指蓄电池和发电机两个供电电源。蓄电池是辅助电源, 在汽车未运转时向有关用电设备供电; 发电机是主电源, 当发动机运转到一定转速后, 发电机转速达到规定的发电转速, 开始向有关用电设备供电, 同时对蓄电池进行充电。

4. 用电设备并联

所谓用电设备并联, 是指汽车上的各种用电设备都采用并联方式与电源连接, 每个用电设备都由各自串联在其支路中的专用开关控制, 互不产生干扰。

5. 低压直流供电

汽车电气系统的额定电压主要有 12 V 和 24 V 两种。汽油车大都采用 12 V 直流电压



供电。柴油车大都采用 24 V 直流供电。因为柴油机负载大，起动扭矩比汽油机大得多，如果仍采用 12 V 的电压，必须将起动机做得很大很重，但改用 24V 的电源系统以后就可以减小起动机的体积和重量。

三、现代汽车电气设备的发展与应用

1. 汽车电气设备发展过程

20 世纪 50 年代——以机械设备为主，只有必备的电源和用电设备。

20 世纪 60 年代——采用交流发电机，之后有电子式电压调节器。

20 世纪 70 年代——采用电子控制高能点火，之后有燃油控制喷射系统（EFI）、电子控制自动变速器（ECT）、制动防抱死系统（ABS）。

20 世纪 80 年代——微机技术运用于汽车，如驾驶辅助装置，安全警报装置，通信、娱乐装置等。

20 世纪 90 年代中期至今——主要研究发展车辆的智能控制技术，模拟人的思维和行为对车辆进行控制。

2. 汽车电气设备发展趋势

汽车电气设备发展趋势如下：

- (1) 满足用户需求，大幅度提高汽车的性能，使之更灵活、方便、安全、可靠；
- (2) 满足社会需求，保护环境，节约能源，节约资源；
- (3) 实现包括道路在内的交通系统智能化，将汽车和人有机地联结起来。

进入 21 世纪以来，汽车与社会联结方面获得较大的发展，包括广泛使用蜂窝电话与全球定位系统（GPS）、蓝牙技术，以及采用车载网络来集成所有汽车部件的电子控制模块，使整个系统具有资源共享、故障诊断和修复功能。

四、汽车电气系统的发展趋势

1. 双蓄电池汽车电气系统

单一蓄电池的缺点：大电流放电时导致电压突然下降。

双蓄电池的优点：起动型蓄电池+供电型蓄电池，可避免起动过程中的电压骤降。

2. 42 V 汽车电气系统

汽车电气系统正酝酿一场变革，就是将电压上升至 42 V。由于车上自动控制所必需的微型电机数目会不断增加，所以汽车越先进，消耗的电能就越大。如果不改变现行的电压标准，功率增大必然导致电流增大，电流增大又必然要加大导线的截面积，换句话说就是要加粗导线，这样发展下去车上的主线束越来越粗，器件的体积变大，汽车重量增加，油耗增大，有限空间被占用。因此 42 V 汽车电气系统将逐步取代 12 V 和 24 V 汽车电气系统。

42 V 汽车电气系统的优点：电压安全，易得，降低线束成本，可大量使用高新技术，提高发电机效率，有利于发展混合动力车。





五、汽车电路基本知识

1. 汽车电气元件的图形符号

由于汽车电气元件的结构比较复杂，因此电路图在绘制中都采用相应的符号来表示各种电气元件。目前世界各大汽车生产厂商还没有统一电路图的符号，但从当前的汽车电路图来看，虽然符号不尽相同，但差别不大，并且电路图都有相应的说明来解释所采用的符号。

2. 汽车电路图的种类

汽车电路图是将汽车电气元件的图形符号通过导线连接在一起的关系图，可分为线路布置图和电路原理图。

(1) 线路布置图是根据电气设备在汽车上的实际安装部位绘制的全车电路图或局部电路图，在图上电气元件间的导线以线束的形式出现，图面简单明了，接近实际，对使用维修人员有较强的实用性。

(2) 电路原理图是用图形符号按工作顺序或功能布局绘制的，详细表示汽车电路的全部组成和连接关系，不考虑实际位置的简图，具有电路清晰、便于理解电路原理的特点。

3. 汽车电路图的识读方法

由于各国汽车电路图的绘制方法、符号标识、技术标准的不同，各汽车生产厂家对汽车电路图的画法有很大差异，甚至同一国家不同公司汽车电路图的表示方法也存在较大的差异，这就给读图带来许多麻烦，因此，掌握汽车电路图识读的基本方法显得十分重要。

具体方法如下：

- (1) 纵观“全车”，眼盯“局部”；
- (2) 认真阅读图注；
- (3) 熟悉电气元件及配线；
- (4) 特别注意开关在电路中的作用；
- (5) 牢记回路原则。

六、常用的汽车电器与电路故障的诊断方法

随着现代汽车电子设备的增多，汽车电器及汽车电路出现的故障越来越复杂。发生故障后，选用合适的诊断方法是顺利排除故障的关键。下面介绍几种常用的汽车电器、电路故障的诊断方法。

1. 观察法

汽车电器、电路出现故障后，导线和电气元件可能产生高温，出现冒烟甚至电火花、焦糊气味等现象，可以通过观察和嗅觉（闻气味）来发现较为明显的故障部位。

2. 触摸法

用手触摸电气元件表面，根据温度的高低进行故障诊断。电气元件正常工作时，应有合适的工作温度，若温度过高或过低，则说明有故障。例如：起动机运转无力时，若蓄电池极柱与导线接触不良，触摸导线时会有烫手的感觉。



3. 试灯法

用试灯将已经出现或怀疑有问题的电路连接起来,通过观察试灯的亮与不亮或亮的程度,来判断某段电路有无故障。

4. 短路法

当低压电路断路时,用跨接线或螺丝刀等将某一线路或元件短路,来检验和确定故障部位。如制动灯不亮,可在踏下制动踏板后,用螺丝刀将制动开关两接线柱连接起来以检验制动灯开关是否良好。对于现代汽车的电子设备而言,应慎用短路法来诊断故障,以防止短路时因瞬间电流过大而损坏电子设备。

5. 断路法

汽车电气设备发生短路(搭铁)故障时,可用断路法判断,即将可能有短路故障的电路断开后,观察电气设备中短路故障是否存在,以此来判断电路短路的部位。

6. 更换法

对于难以诊断且故障涉及面大的故障,可利用更换机件的方法来确定或缩小故障范围。

7. 仪表检测法

利用专用仪表对电气元件及线路进行检测,来确定电路故障。对现代汽车上越来越多的电子设备来说,仪表检测法有省时、省力和诊断准确的优点,但要求操作者必须能熟练使用汽车专用仪表,对汽车电气元件的原理、电路组成等能准确地把握。

任务二 汽车检测工具和仪器的使用

一、试灯

汽车试灯用于测量电路中是否存在电压。试灯没有内部电源,装有 12 V 或 24 V 灯泡。

有些试灯内部将发光二极管作为发光元件。试灯亦称为无源试灯。试灯一头接地,另一头探针触到带电压的导体时,灯泡或发光二极管就会被点亮。试灯不能取代电压表,因为它只能显示是否有电压,不能显示电压的高低。

如图 1-3 所示,如果电路正常,试灯应该点亮。注意,不要用试灯检测计算机系统电路。试灯的电流测试如图 1-4 所示。

二、跨接导线

跨接导线作为故障诊断的辅助工具,可用于跨过某段被怀疑已断开的导线而直接向某一部件提供电的通路,也可用于不依赖于电路中的开关或导线而向电路中加上电池电压。

跨接导线的形式及用跨接导线检查电路如图 1-5 所示。

注意:要定期用欧姆表对跨接导线本身进行导通性测试。导线自身接头产生的电阻将



影响故障诊断的准确性。

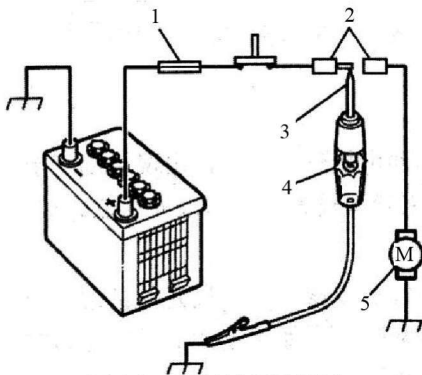


图 1-3 无源试灯及测试

1—保险丝；2—连接器；3—探针；
4—试灯；5—电机

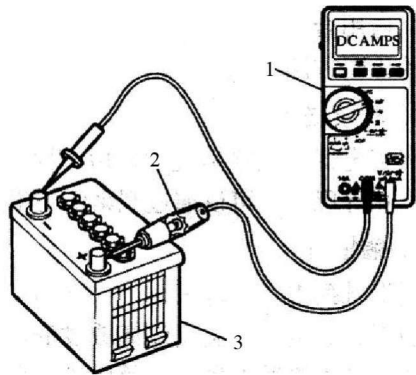


图 1-4 无源试灯的电流测试

1—万用表；2—试灯；3—蓄电池

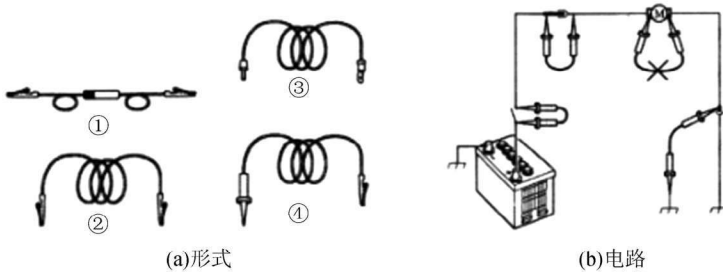


图 1-5 跨接导线的形式及用跨接导线检查电路

三、万用表

万用表又称多用表、三用表、复用表，是一种多功能、多量程的测量仪表。万用表分为模拟式万用表和数字式万用表两种。一般万用表可测量直流电流、直流电压、交流电流、交流电压、电阻和音频电平，有的还可以测量电容量、电感量及半导体的一些参数（如 β ）。

（一）模拟式万用表

模拟式万用表如图 1-6 所示，其表头结构如图 1-7 所示，读数如图 1-8 所示。



图 1-6 模拟式万用表

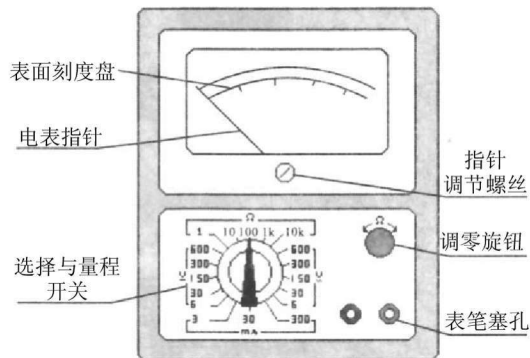


图 1-7 模拟式万用表的表头结构



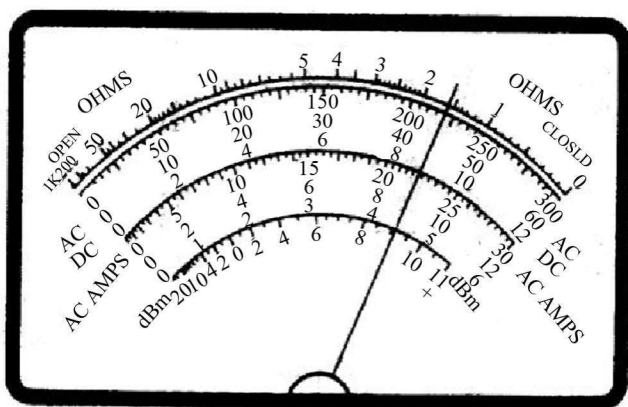


图 1-8 模拟式万用表的读数

为测量准确及防止损坏仪表，应遵守下列注意事项：

- (1) 仪表测试时，不能旋转开关按钮，特别是高电压和大电流时，严禁带电转换量程；
- (2) 被测量值不能确定时，应将量程转换开关旋至最大量程位置上，然后再选择适当的量程，使指针得到最大偏转；
- (3) 测量直流电流时，仪表应与被测电路串联，禁止将仪表跨接电路的电压两端；
- (4) 测量电路中电阻阻值时，应将被测电路电源断开，若电路中有电容，应先将其放电后再测量，切勿在电路带电情况下测量；
- (5) 仪表每次用毕，最好将范围选择开关旋至在交直流电压 500 V 位置，防止下次使用时因疏忽控制测量范围而致仪表损坏。

(二) 数字式万用表

1. 数字式万用表简介

现代轿车的电控单元和电子元件越来越多，而汽车上的电控单元和电子元件不允许用低阻抗的模拟式万用表检测，因此数字式万用表在汽车电器维修中被用作主要检测仪器。

汽车用数字式万用表如图 1-9 所示，其表头结构如图 1-10 所示。



图 1-9 汽车用数字式万用表



数字式万用表在许多方面都优于绝大多数型号的模拟式万用表，因为它更准确。从不同角度观察，模拟式万用表的读数会有所不同，其内部电路也会影响模拟式万用表的准确度。而数字式万用表却没有这方面的问题。

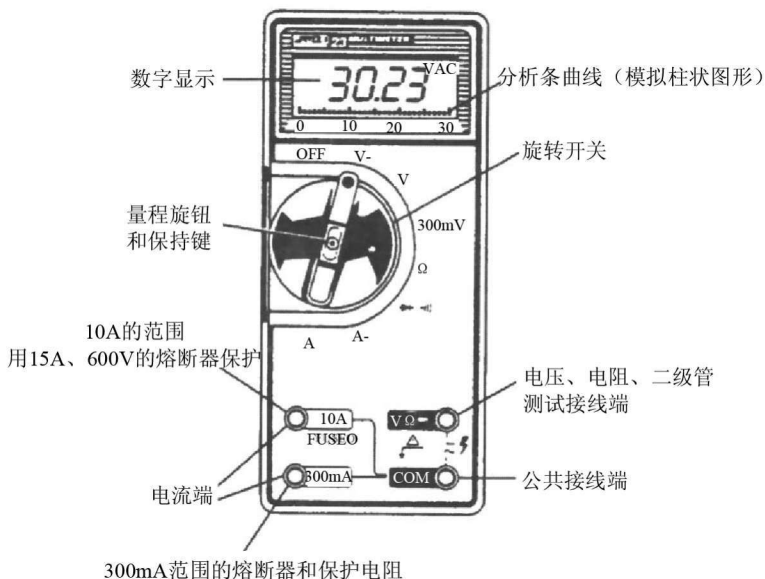


图 1-10 数字式万用表的表头结构

数字式万用表有一个测试值的电子数字读出装置。数字式万用表具有使测试精确的电子电路，其准确度超过 0.1%，远远超过模拟式万用表。数字式万用表已普遍用于电器诊断和检测，尤其是电气系统的检测。

当数字式万用表的正导线带电而负导线接地时，它即在读数前显示一个“+”符号。如果两极导线相反，读数前将会出现“-”符号，以示相反极性。

大部分高质量的仪表是由表内以干电池为电源的内部电路提供已知数据的。如果电池电力不足，将影响读数的精确度。因此，要时常检查表内电池以确保数据的准确性。大部分数字式万用表都有一个电池警告标志，用来显示电池的电位状况。

数字式万用表具有极敏性，它可显示正电压或负电压。数字式万用表用“+”或“-”来表示正电压或负电压。电压表有几个供选择的挡位。各挡位的量程不同，读数有所不同。

所选择的挡位应以得到精确读数为准。一般数字式万用表的电压量程挡位为 200 mV、2000 mV、20 V、200 V、1000 VDC 和 750 VAC。

数字式万用表校零时，将两表笔互相接触，如果显示屏上显示不是零，则说明表内电池可能电力不足，需要更换电池才能使用。当两表笔没有碰在一起或没有与所测电路连接时，表上所示应为无穷大电阻。数字式万用表在显示屏的最左侧显示“1”或“+1”。同样，测量电阻时，要首先确定所测部件没有电流通过，然后再将万用表与所测部件的两端连接，同时还要使该部件在电路中与其他部件分开。进行测量时，表内的电池向所测部件提供电压，使电流通过该部件，万用表利用内部已知数据与所流经的电流进行比较，显示出该部件的电阻值。



2. 数字式万用表的使用

数字式万用表旋钮开关说明如图 1-11 所示。

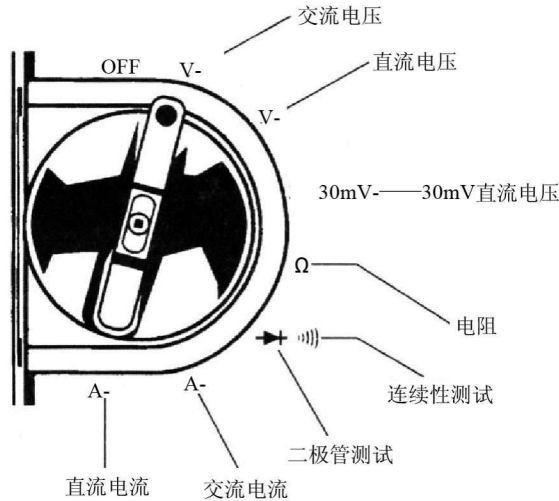


图 1-11 数字式万用表旋钮开关

1) 电压的测量

如图 1-12 所示，测量电压的方法如下：

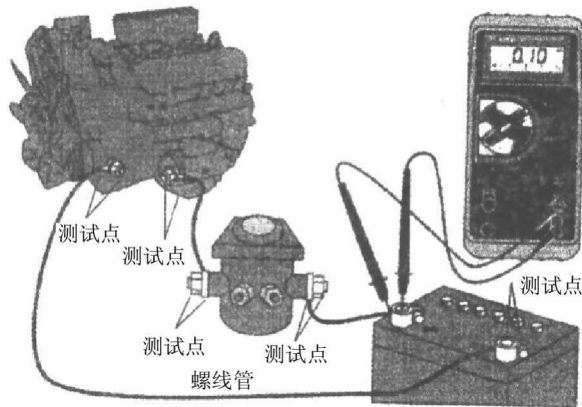


图 1-12 用数字式万用表测量电压

(1) 直流电压的测量（如电池、随身听电源等）。首先将黑表笔插进“COM”孔，红表笔插进“VΩ”孔，把旋钮旋到比估计值大的量程（注意：表盘上的数值均为最大量程，“V-”表示直流电压挡，“V~”表示交流电压挡，“A”表示电流挡），然后把表笔接电源或电池两端，保持接触稳定。数值可以直接从显示屏上读取，若显示为“1.”，则表明量程太小，此时应加大量程后再测量工业电器；如果在数值左边出现“-”符号，则表明表笔极性与实际电源极性相反，此时红表笔接的是负极。

(2) 交流电压的测量。将旋钮旋到交流挡“V~”处所需的量程，表笔插孔与直流电压的测量一样；交流电压无正负之分，测量方法同直流电压。

无论测交流电压还是直流电压，都应注意人身安全，不要随使用手触摸表笔的金属



部分。

2) 电流的测量

(1) 直流电流的测量。先将黑表笔插入“COM”孔。若测量大于 200 mA 的电流，则要将红表笔插入“10A”孔并将旋钮旋到直流挡“10A”；若测量小于 200 mA 的电流，则将红表笔插入“200 mA”孔并将旋钮旋到直流 200 mA 以内的合适量程。调整后，即可测量。将万用表串联在电路中，保持稳定，即可读数。若显示为“1.”，就要加大量程；如果在数值左边出现“-”符号，则表明电流从黑表笔流进万用表。

(2) 交流电流的测量。将旋钮旋到交流挡，测量方法与直流电流的相同。电流测量完毕后，应将红表笔插回“VΩ”孔。

3) 电阻的测量

将表笔插进“COM”和“VΩ”孔中，把旋钮旋到“Ω”中所需的量程，用表笔接在电阻两端金属部位。测量中可以用手接触电阻，但不要把手同时接触电阻两端，这样会影响测量精确度（因为人体是很大的电阻，还是有限大的导体）。读数时，要保持表笔和电阻有良好的接触。注意：在“200”挡时，单位是“Ω”；在“2k”到“200k”挡时，单位是“kΩ”；在“2M”以上挡时，单位是“MΩ”。

4) 二极管的测量

数字式万用表可以测量发光二极管、整流二极管等，测量时，表笔位置与电压测量一样，将旋钮旋到“▶”挡；用红表笔接二极管的正极，黑表笔接负极，这时会显示二极管的正向压降。肖特基二极管的压降是 0.2 V 左右，普通硅整流管（1N4000、1N5400 系列等）约为 0.7 V，发光二极管为 1.8~2.3 V。调换表笔，显示屏显示“1.”，则为正常，因为二极管的反向电阻很大，否则此管已被击穿。

5) 三极管的测量

三极管的测量原理同二极管。先假定 A 脚为基极，用黑表笔与该脚相接，红表笔与其他两脚分别接触。若两次读数均为 0.7 V 左右，然后再用红表笔接 A 脚，黑表笔分别接触其他两脚，若均显示“1.”，则 A 脚为基极，否则需要重新测量，且此管为 PNP 管。如何判断集电极和发射极呢？可以利用“hFE”挡来判断：先将旋钮旋到“hFE”挡，可以看到挡位旁有一排小插孔，分为 PNP 和 NPN 管的测量。假设前文已判断出管型，将基极插入对应管型“b”孔，其余两脚分别插入“c”、“e”孔，此时可以读取数值，即 β 值；再固定基极，其余两脚对调；比较两次读数，读数较大的管脚位置与表面“c”、“e”相对应。

上述方法只能直接测量如 9000 系列的小型管，若要测量大型管，可采用接线法，即用导线将三个管脚引出。

6) MOS 场效应管的测量

N 沟道的 MOS 场效应管有国产的 3D01、4D01，日产的 3SK 系列等。G 极（栅极）的确定：利用万用表的二极管测试挡。若某脚与其他两脚间的正反压降均大于 2V，即显示“1.”，则此脚为 G 极（栅极）。再交换表笔测量其余两脚，压降小的那次中，黑表笔接的是 D 极（漏极），红表笔接的是 S 极（源极）。

(1) 电压的测量。在检测或制作时，使用万用表测量器件的各脚电压，将其与正常时

