

刘春晖 尹文荣 主编

QICHE WANYONGBIAO
JIANCE
RUMEN

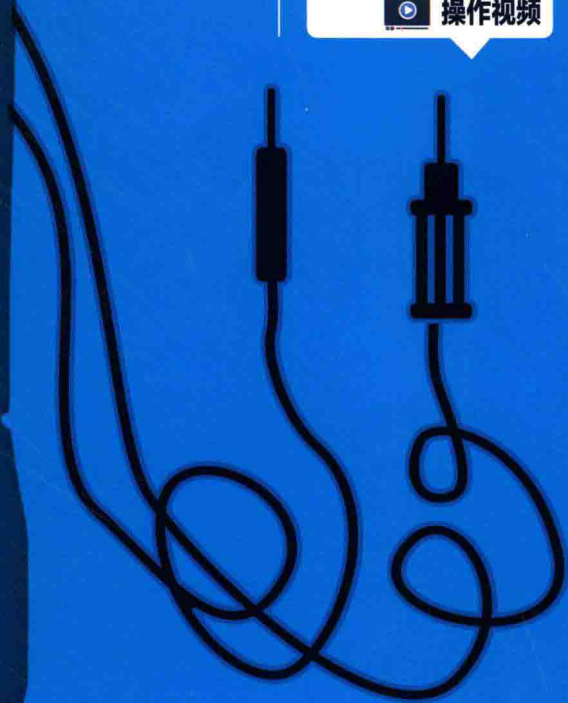
汽车万用表

检测入门



扫描书内二维码观看

操作视频



化学工业出版社

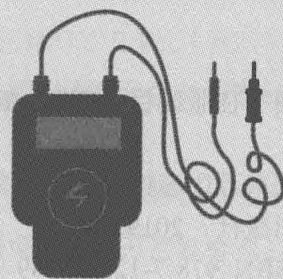
刘春晖 尹文荣 主编

QICHE WANYONGBIAO

JIANCE
RUMEN

汽车万用表

检测 入门



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从一线汽车维修工作的实际出发,在介绍万用表检测基本知识的基础上,详细介绍了汽车电控系统传感器、执行器以及电控单元的万用表检测方法。全书包括五个方面的内容,分别为万用表检测基本知识、发动机电控系统传感器万用表检测、发动机电控系统执行器万用表检测、底盘及车身电控系统万用表检测、汽车电控单元万用表检测。在每一项检测内容中都附有具体某一款车型的万用表检测方法,以便于掌握不同部件的检测机理。本书内容新颖,图文并茂,通俗易懂,注重解决实际问题,实用性强,可操作性强。

本书适合汽车维修人员、汽车维修专业的师生阅读,也适合汽车维修企业相关的管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车万用表检测入门 / 刘春晖, 尹文荣主编. —北京: 化学工业出版社, 2019.1

ISBN 978-7-122-33289-9

I. ①汽… II. ①刘…②尹… III. ①复用电表 - 检测 - 汽车 - 故障 IV. ①U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 258419 号

责任编辑: 辛 田
责任校对: 王 静

文字编辑: 冯国庆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)
印 刷: 三河市航远印刷有限公司
装 订: 三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张14½ 字数384千字 2019年3月北京第1版第1次印刷

购书咨询: 010-64518888

售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 68.00 元

版权所有 违者必究



前言

为了提高动力性、经济性、安全性、舒适性以及减少排气污染，电子控制技术已在汽车各控制系统中广泛应用。由于汽车电子控制系统的结构复杂，故障千奇百怪，确认准确故障部位非常困难，目前采用的各类故障诊断仪只是提供一个判断故障的大致方向，并没有指明具体某一故障的部件或相关的故障部位。因此，只有通过万用表检测，才能准确地找出故障部位，进而排除相关故障。

汽车传感器和执行器是汽车电子控制中至关重要的元件，担负着信息的采集、传输以及相关动作的执行功能。汽车传感器和执行器工作性能的好坏，直接关系汽车的运行状况和车辆行驶的安全性、经济性。当汽车发生故障时，对电控单元（ECU）、传感器和执行器的检测，是现代汽车维修工作的基础和排除故障的关键。

本书从一线汽车维修工作的实际出发，在总体介绍不同类型万用表检测控制系统各项参数的基础上，详细介绍了汽车电子控制系统的传感器、执行器和电控单元（ECU）的万用表检测方法，这些是一线汽车维修工作的基础和关键；同时本书还介绍了市场上常见车型发动机 ECU 端子的功能与检测。

全书包括五个方面的内容，分别为万用表检测基本知识、发动机电控系统传感器万用表检测、发动机电控系统执行器万用表检测、底盘及车身电控系统万用表检测、汽车电控单元万用表检测。在每一项检测内容中都附有具体某一款车型的万用表检测方法，以便于掌握不同部件的检测机理。

本书内容新颖，图文并茂，力求通俗易懂，注重解决实际问题，实用性强，可操作性强。本书适合汽车维修人员、汽车维修专业的师生使用，也适合汽车维修企业相关的管理人员阅读。

本书由刘春晖、尹文荣主编，参加本书编写工作的还有魏东坡、吴云、张文志、李培红、陈明、刘凤阁、李鹏、张薇薇、徐长钊、高春刚、张学忠。

由于笔者水平所限，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 万用表检测基本知识 / 1

第一节 万用表的结构与类型 / 1

一、万用表的分类 / 1

二、万用表的结构和功能 / 2

第二节 指针式万用表的使用 / 3

一、指针式万用表的结构 / 3

二、指针式万用表的使用方法 / 4

第三节 数字式万用表的使用 / 6

一、数字式万用表的结构 / 6

二、数字式万用表的测量 / 8

第四节 汽车万用表的使用 / 10

一、汽车万用表 / 10

二、汽车万用表的使用方法及注意事项 / 10

三、汽车万用表的其他功能 / 11

第五节 汽车电控系统万用表检测操作 / 13

一、汽车电控系统万用表检测的操作方法 / 13

二、汽车电控系统万用表检测的注意事项 / 15

第二章 发动机电控系统传感器万用表检测 / 17

第一节 曲轴位置传感器 / 17

一、概述 / 17

二、磁感应式曲轴位置传感器 / 18

三、霍尔式曲轴位置传感器 / 22

四、光电式曲轴位置传感器 / 28

第二节 凸轮轴位置传感器 / 29

一、概述 / 29

二、霍尔式凸轮轴位置传感器 / 30

三、磁阻式凸轮轴位置传感器 / 33

第三节 节气门位置传感器 / 36

- 一、功用类型 / 36
- 二、触点式节气门位置传感器 / 37
- 三、线性可变电阻式节气门位置传感器 / 39
- 四、有怠速开关的可变电阻式节气门位置传感器 / 41
- 五、双可变电阻式节气门位置传感器 / 42
- 六、霍尔式节气门位置传感器 / 44
- 七、速腾节气门控制单元的检测 / 48
- 八、智能电子节气门 / 53
- 第四节 加速踏板位置传感器 / 56
 - 一、概述 / 56
 - 二、可变电阻式加速踏板位置传感器 / 57
 - 三、霍尔式加速踏板位置传感器 / 58
 - 四、速腾新型加速踏板位置传感器 / 58
- 第五节 空气流量传感器 / 61
 - 一、概述 / 61
 - 二、热丝式空气流量传感器 / 62
 - 三、热膜式空气流量传感器 / 64
 - 四、热膜式空气流量传感器检测 / 67
 - 五、热阻式空气流量传感器 / 70
- 第六节 进气压力传感器 / 71
 - 一、半导体压敏电阻式传感器 / 71
 - 二、电容式进气歧管压力传感器 / 75
 - 三、真空膜盒式进气压力传感器 / 76
- 第七节 氧传感器 / 77
 - 一、普通氧传感器 / 77
 - 二、宽域氧传感器 / 83
- 第八节 温度传感器 / 89
 - 一、概述 / 89
 - 二、进气温度传感器 / 91
 - 三、冷却液温度传感器 / 92
 - 四、排气温度传感器 / 95
 - 五、EGR 监测温度传感器 / 97
- 第九节 爆震传感器 / 98
 - 一、发动机爆震的检测 / 98
 - 二、磁致伸缩式爆震传感器 / 101

- 三、压电式爆震传感器 / 102
- 四、爆震传感器的检测 / 103
- 第十节 其他传感器检测 / 105
 - 一、光电式燃油流量传感器的检测 / 105
 - 二、燃油含水率传感器 / 106
 - 三、电容式液位传感器 / 107

第三章 发动机电控系统执行器万用表检测 / 110

- 第一节 继电器 / 110
 - 一、EFI 主继电器 / 110
 - 二、电动燃油泵继电器的检测 / 111
 - 三、其他继电器的检测 / 112
- 第二节 喷油器 / 113
 - 一、结构和工作原理 / 113
 - 二、喷油器的检测 / 115
- 第三节 电动燃油泵 / 118
 - 一、概述 / 118
 - 二、叶片式电动燃油泵 / 119
 - 三、电动燃油泵的检测 / 120
- 第四节 怠速控制阀 / 121
 - 一、怠速控制阀结构与工作原理 / 121
 - 二、怠速控制系统的检测 / 123
 - 三、怠速控制阀的检测 / 124
- 第五节 电子点火电路 / 125
 - 一、点火控制器及其控制电路 / 125
 - 二、有分电器式电控点火系统的控制电路 / 126
 - 三、双缸同时点火系统控制电路 / 128
 - 四、独立点火系统控制电路 / 131
 - 五、丰田电子点火电路的检测 / 132
 - 六、大众电子点火电路的检测 / 134

第四章 底盘及车身电控系统万用表检测 / 137

- 第一节 车速传感器 / 137
 - 一、可变磁阻式车速传感器 / 137

- 二、光电式车速传感器 / 138
- 三、电磁感应式车速传感器 / 140
- 四、自动变速器输入轴转速传感器 / 141
- 五、笛簧开关式车速传感器 / 142
- 第二节 轮速传感器 / 142
 - 一、磁感应式轮速传感器 / 143
 - 二、磁阻式轮速传感器 / 146
 - 三、霍尔式轮速传感器 / 148
 - 四、新型霍尔式轮速传感器 / 149
- 第三节 组合式加速度传感器 / 152
 - 一、组合传感器 / 152
 - 二、组合传感器检测 / 154
- 第四节 空气质量传感器 / 155
 - 一、安装位置和作用 / 155
 - 二、工作原理 / 156
 - 三、功能 / 157
 - 四、检测 / 157
- 第五节 烟雾浓度传感器 / 158
 - 一、结构与工作原理 / 158
 - 二、检测 / 159
- 第六节 碰撞传感器 / 161
 - 一、碰撞传感器的分类 / 161
 - 二、机电结合式碰撞传感器 / 162
 - 三、水银开关式碰撞传感器 / 164
 - 四、电子式碰撞传感器 / 164
 - 五、碰撞传感器检测 / 165
- 第七节 日照光电传感器 / 167
 - 一、结构 / 167
 - 二、原理 / 167
 - 三、检测 / 168
- 第八节 座椅占用传感器 / 169
 - 一、前乘客侧座椅占用传感器 / 169
 - 二、座椅占用识别压力传感器 / 169
 - 三、座椅占用传感器检测 / 170
- 第九节 其他传感器的检测 / 171

- 一、离合器位置传感器 / 171
- 二、水平位置传感器 / 174
- 三、制冷剂高压传感器 / 176
- 四、光电式光量传感器 / 178
- 五、灯光自动控制器用光量传感器 / 180
- 六、湿度传感器 / 181

第十节 电磁阀 / 183

- 一、开关式电磁阀 / 183
- 二、线性脉冲式电磁阀 / 184

第五章 汽车电控单元万用表检测 / 186

第一节 汽车电控单元的功能结构 / 186

- 一、电控单元的基本功能 / 186
- 二、电控单元的结构组成 / 187
- 三、电控单元电源电路 / 188

第二节 电控单元万用表检测的项目及方法 / 190

- 一、万用表检测电控单元的注意事项 / 190
- 二、检测方法 / 191

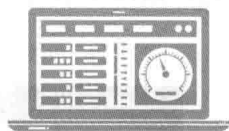
第三节 桑塔纳 3000 型轿车电控系统的万用表检测 / 192

- 一、发动机电控系统的万用表检测 / 192
- 二、自动变速器电控系统的万用表检测 / 201
- 三、ABS 电控系统的万用表检测 / 205

第四节 康明斯 ISC 高压共轨电控系统检测 / 210

参考文献 / 223

第一章



万用表检测基本知识

第一节

万用表的结构与类型

万用表是一种可以进行多种项目测量的便携式仪表，具有基本挡位和附加挡位。利用基本挡位可以比较精确地测量交流电压、直流电压、交流电流、直流电流以及电阻值的大小；利用附加挡位可以进行电容器的测量、二极管的测量、三极管的静态电流放大系数测量和线路的通断检测等。万用表是准确判断故障的重要依据，因此只有熟练掌握万用表的使用方法，再辅助一些其他的手段，才能迅速准确地判断故障，提高维修工作效率。

一、万用表的分类

万用表一般可分为模拟式（指针式）万用表和数字式万用表（含汽车万用表）两种。这两类万用表各有所长，在使用的过程中不能完全替代，要取长补短，配合使用。

指针式万用表利用指针的偏转直接读出测量数值，其结构简单、性能稳定、价格便宜，不易受外界环境和被测信号的影响，可以直观、形象地观察变化的趋势，使用方便。常见的指针式万用表有 MF500 型（图 1-1）、MF500-B 型、MF47 型、MF64 型、MF50 型、MF15 型等。

数字式万用表采用数字化测量技术和液晶显示器（LCD）显示，具有测量准、精度高、测量范围宽、分辨力高、读数准确、显示清晰、测量速率快、输入阻抗高、功耗小、功能全、集成度高、过载能力强和抗干扰能力强等优点，还能准确进行电容容量和小电阻值的测量。常见的数字式万用表有华谊系列、胜利系列（图 1-2）、伊莱科系列、优利德系列等。

由于在电控燃油喷射（EFI）发动机的检测中规定，不能使用指针式万用表检测电控单元（ECU）和传感器，更不能使用测试灯测试 ECU 和任何与 ECU 相连接的电气设备，而应该使用高阻抗（如大于 $10\text{M}\Omega/\text{V}$ ）的数字式测试仪（表）进行测试。因此，数字式万用表在电控燃油喷射发动机的检测中获得了广泛应用。

汽车万用表也是一种数字式万用表，在汽车检测中用途广泛。常见的汽车万用表有优利



德系列、福禄克系列、科捷系列和多一系列等。



图 1-1 MF500 型万用表



图 1-2 胜利系列万用表

二、万用表的结构和功能

1. 指针式万用表

指针式万用表的种类很多，功能各异，但它们的结构和原理却基本相同。其结构主要由测量机构、测量电路、转换装置三部分组成。从外观上看，主要由外壳、表头、表盘、机械调零旋钮、电阻挡调零电位器、转换开关、专用插座、表笔及其插孔组成，而内部则是由电池及电阻、电容、二极管、三极管、集成电路等元器件组成的测量电路。

指针式万用表主要用于测量电压和电阻，还可以测试各种设备电路的通断情况。

2. 数字式万用表

数字式万用表采用了大规模集成电路和液晶数字显示技术，是在数字式直流电压表的基础上增加测试附件扩展而成的。它是将测量量与标准量进行对比的比较式仪表，其测量值由液晶显示器显示。

3. 汽车万用表

汽车万用表除具有袖珍数字万用表的功能外，还具有汽车专用项目测试功能，可测量交流电压及电流、直流电压及电流、电阻、频率、电容、占空比、温度、二极管、接通角、转速；也有一些新颖功能，如自动断电、自动变换量程、模拟条图显示、峰值保持、读数保持（数据锁定）、电池测试（低电压提示）等。

多功能汽车数字式万用表主要由4位数字及模拟显示屏、功能按钮、测试项目选择开关、温度测量插座、分用插孔（测量电压、电阻、频率、接通角、占空比和转速）、搭铁插座、电流测量插座等构成。

为实现某些功能（如测量温度、转速），汽车万用表还配有一套配套件，如热电偶适配器、热电偶探头、电感式拾取器以及AC/DC感应式电流夹钳（5~2000A）等。

在发动机电控系统故障的检测与诊断中，除经常需要检测电压、电阻和电流等参数外，还需要检测转速、接通角、频宽比（占空比）、频率、压力、时间、电容、电感、温度、半导体元件等。这些参数对于发动机电控系统的故障检测与诊断具有重要意义。但是这些参数

用一般数字式万用表无法检测，需采用专用仪表即汽车万用表。

第二节

指针式万用表的使用

一、指针式万用表的结构

如图 1-3 所示是 MF47 型万用表的面板图，面板上布置有刻度盘、转换开关、插孔以及调零旋钮等。

1. 刻度盘（表头）

如图 1-4 所示，刻度盘是读取测量值的地方，由多条刻度线组成。右侧标有“ Ω ”符号的刻度线是直流电阻刻度线，用于读取电阻值；左端标“ACV”“mA”，右端标“10 \underline{V} ”“ \underline{V} ”的刻度线为交、直流电压和直流电流刻度线，用于读取交、直流电压和直流电流值；右侧标有“ h_{FE} ”字样的刻度线为晶体管电流放大倍数刻度线，用于读取晶体管电流放大倍数；左右侧有“C(μ F)”“LV(V)”字样的刻度线，分别是电容和电感刻度线，用于读取电容和电感值；左右侧分别标有“-dB”“+dB”的刻度线是音频电平的刻度线。



图 1-3 MF47 型万用表的面板图

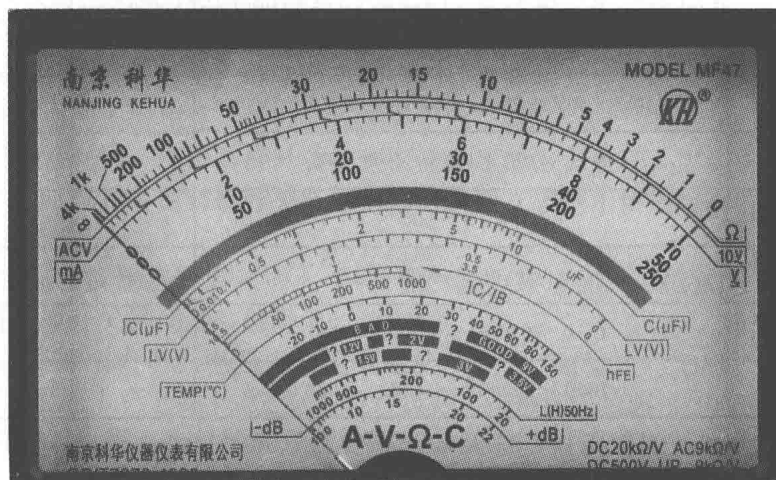


图 1-4 MF47 型万用表刻度盘（表头）

2. 转换开关

用于选取挡位和量程，如图 1-5 所示。MF47 型万用表共有“mA”“ \underline{V} ”“ \underline{V} ”“ Ω ”“ADJ”和“ h_{FE} ”六个挡位，每个挡位又有多个量程。如“mA”挡就有 0.05mA、0.5mA、5mA、50mA、500mA 五个量程。每一挡设置多个量程的目的在于可以根据被测量和参数的大小，



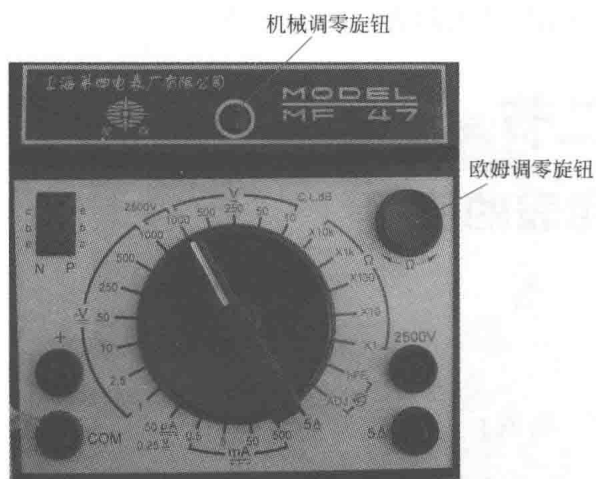


图 1-5 MF47 型万用表转换开关

选择合适的量程，以减小读数误差并保证万用表的安全。

3. 输入插孔

有四个，用于插入表笔。MF47 型万用表的表笔有红表笔、黑表笔两支，一般情况下红表笔插入“+”插孔，黑表笔插入公共端“COM”插孔；当测量高电压（大于 1000V）时，黑表笔不动，红表笔移至“2500V”插孔；当测量大电流（大于 500mA）时，黑表笔不动，红表笔移至“5A”插孔。

4. 机械调零旋钮和欧姆调零旋钮

如图 1-5 所示，MF47 型万用表的机械调零旋钮用于校正指针与机械零点的偏差，

机械零点在刻度盘左侧的“0”刻度处；在测量之前，观察指针是否在机械零点，如不在，需要用工具转动机械调零旋钮使指针返回零点。

欧姆调零旋钮用于电阻的测量，每次测电阻之前，估计电阻值的大小并把转换开关变换到某一量程，将红黑表笔短接并观察指针是否在“ Ω ”刻度尺的“0”刻度处（第一条刻度线最右端）。若不在，要用手转动旋钮使指针指向“0”刻度，避免产生测量误差。MF47 型指针式万用表主要技术规格见表 1-1。

表 1-1 MF47 型指针式万用表技术规格

测量种类	测量范围	灵敏度	精度等级
直流电流	0 ~ 0.05mA ~ 0.5mA ~ 5mA ~ 50mA ~ 500mA	—	2.5%
直流电压	0 ~ 1V ~ 2.5V ~ 10V ~ 50V ~ 250V ~ 500V ~ 1000V	—	0 ~ 1000V, 2.5%; 2500V, 5%
交流电压	0 ~ 10V ~ 50V ~ 250V ~ 500V ~ 1000V ~ 2500V	—	5%
电阻	$\times 1$ $\times 10$ $\times 100$ $\times 1k$ $\times 10k$	—	—
晶体管直流放大倍数	h_{FE} : 0 ~ 600	—	—
电感	L : 2 ~ 1000H	—	—
电容	C : 0 ~ 0.03 μ F ~ 0.1 μ F ~ 0.3 μ F	—	—
音频电平	-10dB ~ +22dB ~ +36dB ~ +50dB	—	—



二、指针式万用表的使用方法

1. 各种参数的测量

(1) 测量直流电压

① 测量之前，红表笔插入“+”孔，黑表笔插入“COM”孔，然后根据被测电压大小将转换开关拨到电压挡适当量程上。如果被测电压值未知，则开关应拨到最大量程。

② 测量时，两支表笔接在被测电路的两端，使万用表与被测电路并联，同时红表笔接

在被测电路的高电位端，黑表笔接在低电位端。被测直流电压的读数使用刻度盘自上而下第二条刻度线，可按直读法或比例读数法读数。

测量电压时，万用表的内阻越高，从被测电路取用的电流越小，被测电路受到的影响也越小，通常用万用表的灵敏度来表示这一特征。

③ 测量汽车电路系统时应注意：汽车电路系统中，整个汽车车身包括发动机、变速器等金属部件作为一个整体，是汽车上的零电位点。当进行各个检测端子的电压测量时，万用表的黑表笔一定要搭接在汽车的车身金属部位（零电位点），红表笔接被测点。

(2) 测量交流电压 交流电压的测量方法与直流电压的测量方法基本相同，但有以下几点区别。

① 测量电压前，转换开关应拨到交流电压挡。

② 测量时不必考虑被测电压的极性。

③ 测量交流电压时，刻度线的刻度代表正弦电压有效值，不代表瞬时值或最大值。

(3) 测量电阻

① 电阻测量之前，首先把红表笔插入“+”孔，黑表笔插入“COM”孔，然后把选择开关拨到“ Ω ”挡某一适当量程上，并短接两支表笔，观察指针是否在0处。若不在，要转动欧姆调零旋钮，校正指针，称为欧姆调零。每变换一次量程都必须重新调零。

② 测电阻时，两支表笔接电阻两端，按刻度盘上自上而下第一条刻度线读数。方法是把指针静止时的读数乘以所选量程的倍数即为被测电阻值。如电阻量程选 $\times 100\Omega$ 挡，当指针的读数为20时，则被测电阻的数值为 $20 \times 100\Omega = 2000\Omega$ 。

应该注意的是，测量电阻时，如果被测电阻连接在电路中，测量时应先将电源除去后再进行测量，否则不但测量无效，还会损坏表头。如果被测电阻在电路中有并联支路，其测量结果是被测电阻与并联支路电阻并联后的等效电阻，而不是被测电阻的阻值，因此应把被测电阻的一端与电路断开后再测量。此外，测高电阻（ $> 10k\Omega$ ）时，应注意不要用双手同时接触表笔的带电部分，以免形成人体的并联电路。

③ 用万用表欧姆挡测量小功率晶体管的参数时，要注意一般不能用 $R \times 1$ 或 $R \times 10k$ 挡。因为 $R \times 1$ 挡综合内阻很小，测量时电流较大，而 $R \times 10k$ 挡的表内电源电压较高，这两种情况都有可能损坏晶体管。另外，要注意万用表的红表笔是与表内电池的负极相连接的，而黑表笔是与表内电池的正极相连接的。

注意：电阻测量完毕，应将转换开关拨到交流电压的最大量程，以免下次使用时误用挡位而损坏仪表，同时也能避免转换开关在电阻挡时，两支表笔不慎短接而消耗电能。

(4) 测量直流电流

① 测电流之前，首先将红表笔插入“+”孔，黑色表笔插入“COM”孔，然后根据被测电流的大小将转换开关拨到某一量程上。

② 测量时，将万用表串入电路中，使电流从“+”孔流入，“COM”孔流出，当指针偏转停止后，按刻度盘上自上而下第三条刻度线读数。当被测电流超过500mA、小于10A时，测量直流电流用10A量程，此时转换开关拨到500mA挡，红表笔插入10A插孔进行测量，按刻度盘上自上而下第三条刻度线读数。读数时，选10A刻度值，用直接读数的方法确定被测电流值。

③ 被测电流的读数方法有直读法和比例读数法两种。

直读法是指根据指针静止位置确定被测电流值的方法，适用于开关选择的量程等于刻度线刻度值的情况。如开关拨到50量程，而刻度盘上自上而下第三条刻度线选50刻度类型，则指针的读数就是被测电流值。

比例读数法是指将指针静止状态下读数乘以或除以一个比例系数而得到被测电流值的



方法,适用于开关所选量程不等于刻度线所选刻度的情况。如开关拨到 0.05 量程,刻度盘上自上而下第三条刻度线的刻度值仍选 50,0.05 比 50 小 1000 倍,因此将指针的读数除以 1000 就得到被测电流值。又如开关拨到 500 量程,刻度盘上自上而下第三条刻度线选 250 刻度类型,500 比 250 大 2 倍,因此将指针的读数乘以 2 就是被测电流值。

注意:测量电路中的电流时,一定要注意被测电路与万用表串联,绝对不能并联。

2. 指针式万用表使用时的注意事项

在具体测量不同的对象时,除了将开关指示箭头对准要测量的挡位外,还要特别注意以下几点。

① 使用前,应检查指针是否在零位,如果不在,应用一字螺钉旋具调整机械调零旋钮(调零)。

② 使用前要选好量程,拨准转换开关的位置。

③ 测量电压或电流时,如被测的数值事先无法预估,应选用最大量程挡试测;如发现指针偏转太小,再逐步转换到适当量程进行实测。

④ 测量电阻时,先将转换开关拨到电阻(Ω)挡位,把两个表笔短接在一起,看指针是否指在 0,如这时不指在 0,再旋转欧姆调零旋钮使指针指向 0。所选挡位应使指针指向刻度盘的右侧,这样读数误差小一些。在电阻挡,表内电池电压极性与表面上的“+”“-”表笔插孔极性相反。

⑤ 测量直流电压、电流时,要注意表笔红色为“+”,黑色为“-”。一方面插入表孔要严格按红色、黑色插入表孔的“+”“-”;另一方面接入被测电路的“+”“-”要正确。如果一时不清楚,可以试测,方法是选用大的量程,将两表笔快速接在被测电路上,快接快离,如发现指针顺转,说明接对了;反之,将两表笔极性调换。

测量直流电流时注意,电流一定要从红表笔流入,黑表笔流出,有时线路的接线极性并不一定符合红“+”黑“-”的接线。

⑥ 尽量训练单手操作测量,另一只手不要触摸被测物。

⑦ 不要带电转动转换开关。

⑧ 测量读数时,要看准所选量程的标度线,特别是测量 10V 以下小量程电压挡。读数时要细心。

⑨ 每次测量完毕,都应将转换开关拨到交流电压最大量程位置,避免将转换开关拨到电流或电阻挡,以防下次测电压时忘记转动转换开关而将表烧坏。

⑩ 万用表长期搁置不用时,应将电池取出,以防止电池腐蚀。

第三节

数字式万用表的使用



一、数字式万用表的结构

数字式万用表与指针式万用表相比,读数直观、方便,通过液晶显示器可直接读出被测量的数值,而且还具有测量精度高、测量范围宽、输入阻抗大、全功能过载保护电路等优点,因此其使用已越来越普及,成为了常用的测量仪表。

数字式万用表是在直流数字电压表的基础上扩展而成的,主要由模拟量-数字量(A/D)

转换器、计数器、译码显示器和控制器等组成。DY2201 型数字万用表的外形及面板分布如图 1-6 所示。面板上装有液晶显示屏、电源开关、转换开关、输入插孔、温度插孔、晶体管插孔和数据保持键等操作装置。

1. 电源开关和显示屏

① 数字式万用表设有电源开关，可控制万用表的电源，有“ON”和“OFF”两种状态。使用时将开关置于“ON”状态，以接通电源；使用完毕置于“OFF”状态，关闭电源。

② 接通电源后，显示屏应有数字显示，如果没有或有数字显示同时显示“ \square ”符号，则说明表内电池电压已不足，应予更换。测量时，对于四位半数字式万用表，显示屏最大显示值为 19999 或 -19999；对于三位半数字式万用表，最大显示值为 1999 或 -1999。当被测量超过最大显示值时，显示屏显示数字“1”，表示过量程或溢出，此时应换用更高量程进行测量。过量程符号“1”还会出现在其他场合，如在测电阻时，若表笔开路，则显示屏也会显示“1”；又比如，测二极管反向状态时也会显示过量程符号，表示反向电阻很高。因此，测量时应注意区分，不能混淆。有时显示值中带负号，这表示表笔的极性与被测点的极性相反。有时显示值中带有小数点，读数时必须注意。另外，读数时要等到显示值稳定后才能读取，如果显示值一直不能稳定，则读取平均值或者最大值。

2. 转换开关

与指针式万用表一样，首先是选择挡位和量程。如图 1-7 所示，测量之前，转换开关拨到合适的挡位和量程上。因数字式万用表有测量保护装置，因此测量时可转动开关转换量程。

3. 插孔

① 如图 1-7 所示，数字式万用表在面板的最下方布置了四个输入插孔。其中“COM”是公共插孔，作为各种测量的公共端使用；“V Ω ”孔用于电压和电阻的测量；“mA”和“20A”分别用于小于 2A 和小于 20A 电流的测量。测量时，“COM”孔插入黑表笔，其他孔插入红表笔，不能用错。

② 如图 1-7 所示，为了测出晶体管 β 值，面板上设有“NPN”和“PNP”插孔，测量时，转换开关转到 h_{FE} 挡，将晶体管的三个电极分别插入对应的 E、B、C 插孔中，显示屏的读数即为 β 值。这个 β 是近似值，不是精确值，故该值在判断晶体管性能时，只起参考作用。

4. 数据保持“DATA HOLD”键

在测量过程中，若看不清屏幕，无法读数时，可以锁定显示。这时只要按数据保持“HOLD”键（图 1-6）即可。



图 1-6 DY2201 数字万用表的外形及面板分布



图 1-7 转换开关和插孔区域



二、数字式万用表的测量



1. 各种参数的测量

(1) 直流电压 (DCV) 和交流电压 (ACV) 的测量 电源开关置于“ON”位置, 测直流电压时, 应将量程开关拨至 DCV (直流电压) 范围内的合适量程; 测交流电压时, 将量程开关拨至 ACV (交流电压) 合适量程。红表笔插入“V Ω ”孔, 黑表笔插入“COM”孔, 并将测试笔连接到测试电源或负载上, 读数即显示测量值。若被测电压超过所选挡位量程, 则显示器显示过量程“1”, 此时应将挡位改为高一挡量程, 直至显示正常的数值。在测量直流电压时, 数字式万用表能自动显示极性。在测量仪器仪表的交流电压时, 应当用黑表笔去接触被测电压的低电位端 (如信号发生器的公共端或机壳), 以消除仪表对地分布电容的影响, 减小测量误差。

(2) 直流电流 (DCA) 和交流电流 (ACA) 的测量 将量程开关拨至 DCA (直流电流) 或 ACA (交流电流) 范围内的合适量程, 红表笔插入“mA”孔或“20A”孔。黑表笔插入“COM”孔, 并通过表笔将万用表串联在被测电路中即可。在测量直流电流时, 数字式万用表能自动显示极性。

(3) 电阻的测量 将量程开关拨至欧姆挡范围内的合适量程, 红表笔插入“V Ω ”孔, 黑表笔插入“COM”孔。如果被测电阻超出所选择量程的最大值, 万用表将显示过量程“1”, 这时应选择更高的量程。对于大于 $1\text{M}\Omega$ 的电阻, 要几秒钟后读数才能稳定, 这是正常的。当检查电路中的电阻时, 应先切断被测线路的电源, 并将所有电容放电。

(4) 二极管的测量 如图 1-8 所示, 将量程开关拨至“ \rightarrow ”挡, 将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔插入“V Ω ”插孔 (注意红表笔极性为正)。测量时, 万用表将显示二极管的正向压降。通常好的硅二极管正向压降显示值为 $0.4 \sim 0.7\text{V}$, 好的锗二极管正向压降为 $0.15 \sim 0.30\text{V}$, 若被测二极管是坏的, 将显示“000” (短路) 或“1” (开路)。进行反向检查时, 如果被测二极管是好的, 将显示过量程“1”; 若损坏, 则显示“000”或其他值。

注意: 数字式万用表电阻挡所能提供的测试电流很小。因此, 对二极管、三极管等非线性元件, 通常不测正向电阻而测正向压降。

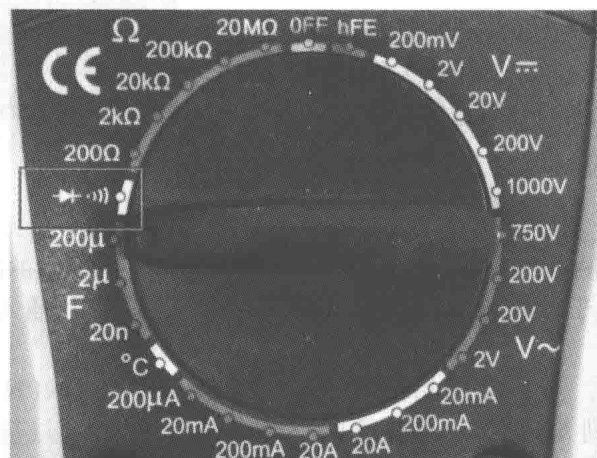


图 1-8 二极管挡、通断挡



测量二极管时, 既可以使用指针式万用表, 也可以使用数字式万用表。这两种仪表的测量原理如图 1-9 所示。需要注意的是, 数字式万用表红表笔是内部电池的正极, 当使用其二极管挡位测量时, 显示的数值表示的是二极管的正向压降值, 单位是 V。