

万用表检测»

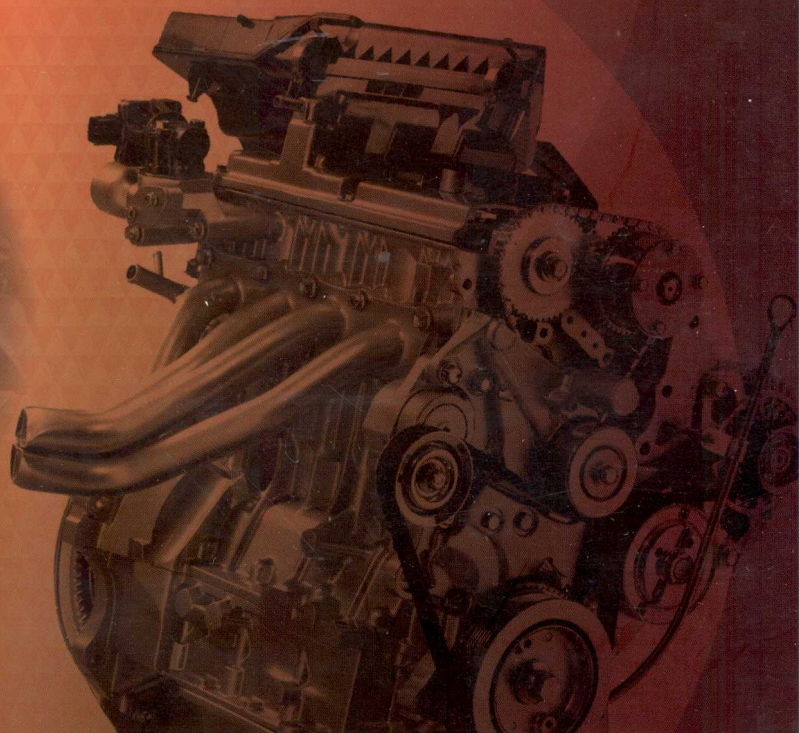
汽车发动机电控系统

第二版

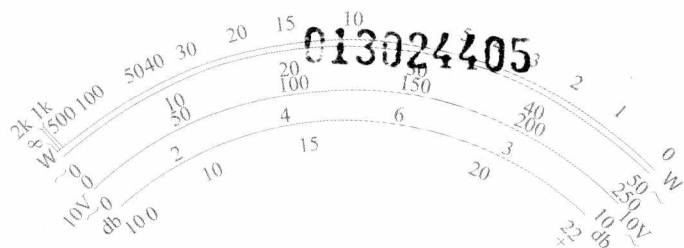


李良洪 主编

WANYONGBIAO JIANCE
QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG



化学工业出版社



U464
65-2

万用表检测» 汽车发动机电控系统

第二版

李良洪 主编



WANYONGBIAO JIANCE
QICHE FADONGJI DIANKONG XITONG



U464
65-2



化学工业出版社

·北京·



北航

C1631875

013054402

图书在版编目 (CIP) 数据

万用表检测汽车发动机电控系统/李良洪主编. —2 版. —北京:
化学工业出版社, 2013. 2

ISBN 978-7-122-15979-3

I. ①万… II. ①李… III. ①复用电表-检测-汽车-发动机-电子
系统-控制系统 IV. ①U464.07

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 288621 号

责任编辑: 卢小林

装帧设计: 张 辉

责任校对: 蒋 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 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 13½ 字数 323 千字 2013 年 3 月北京第 2 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 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: 38.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着电子技术及计算机技术在汽车上的广泛应用,现代汽车的性能不断改进,使得汽车的维修理念、维修内容、维修方法,都发生了根本性的变化。汽车维修越来越具有一定的难度,对汽车维修人员的维修水平提出了更高要求。

我们于2010年5月出版了《万用表检测汽车发动机电控系统》,受到读者的好评,为此我们在第一版的基础上,增加了新的内容以增加本书的实用性,进一步满足读者的需要。

由于现代汽车结构复杂,故障形形色色,确诊十分困难,而专用诊断设备只是提供一个判断故障的方向,而不是具体的故障部件或故障部位,通过万用表检测,能够找出故障的准确部位。当汽车发生故障时,对传感器、执行器和电控单元的检测,是维修工作的基础和关键。因此本书在介绍现代汽车发动机电控系统电控单元、传感器和执行器的结构与工作原理的基础上,详细介绍了它们的万用表检测方法,同时本书还介绍了市场上保有量大的常见车型发动机ECU端子功能与检测、名词缩写注释以及导线颜色缩写识别的内容,增强了本书的实用性。

本书不涉及高深的专业知识,力求用通俗易懂的讲解,说明汽车发动机电控系统常见故障的检测方法,以帮助广大读者解决实际问题。

本书由李良洪主编,张大鹏、陈文雷、陈勇季、潘平、蒋国平、付兰芳、孙昱、李志勇、赵慧敏、杨甫勤等参加了编写工作,全书由张宪、付少波主审。

由于编者水平有限,书中难免有不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

目录

第一章 万用表检测汽车发动机电控系统的基本知识

1

□ 第一节 万用表的结构与使用	1
一、万用表的分类和选用	1
二、指针式万用表的结构与使用方法	3
三、数字式万用表的结构与使用方法	7
四、指针式万用表和数字式万用表的合理使用	10
五、使用万用表应注意的事项	11
□ 第二节 汽车专用万用表的结构与使用	14
一、汽车专用万用表的功能要求	15
二、汽车专用万用表的基本结构及使用方法	15
三、典型汽车专用万用表功能及使用简介	17
四、汽车发动机电控系统万用表检测的注意事项	22
五、汽车发动机电控系统万用表检测的操作方法	24

第二章 汽车发动机电控系统传感器的万用表检测

26

□ 第一节 空气流量传感器的万用表检测	26
一、叶片式空气流量传感器	26
二、卡门漩涡式空气流量传感器	32
三、热线式空气流量传感器	34
四、量芯式空气流量传感器	38
□ 第二节 进气歧管绝对压力传感器的万用表检测	40
一、半导体压敏电阻式进气压力传感器	40
二、电容式进气压力传感器	43
三、表面弹性波式 (SAW) 进气压力传感器	44
四、真空膜盒式进气压力传感器	45
□ 第三节 曲轴位置传感器的万用表检测	47
一、磁脉冲式曲轴位置传感器	47
二、光电式曲轴位置传感器	52
三、霍尔式曲轴位置传感器	54
□ 第四节 同步信号传感器的万用表检测	62
□ 第五节 氧传感器的万用表检测	64
一、氧化锆式氧传感器	64

二、氧化钛式氧传感器	69
□ 第六节 温度传感器的万用表检测	71
一、热敏电阻式温度传感器	71
二、热敏铁氧体式温度传感器	75
三、双金属片式气体温度传感器	77
四、石蜡式气体温度传感器	78
□ 第七节 爆震传感器的万用表检测	80
一、结构与工作原理	80
二、检测方法	83
□ 第八节 节气门位置传感器的万用表检测	83
一、结构与工作原理	83
二、检测方法	85
□ 第九节 车速传感器的万用表检测	86
□ 第十节 开关信号的万用表检测	87

第三章 汽车发动机电控系统执行器的万用表检测 94

□ 第一节 继电器的万用表检测	94
一、EFI 主继电器	94
二、电动燃油泵继电器	95
三、其他继电器	95
□ 第二节 电子控制点火系统的万用表检测	97
一、分电器式无触点电子点火系统	97
二、无分电器式电子点火系统	98
□ 第三节 电动燃油泵及其控制系统的万用表检测	99
一、结构与工作原理	99
二、检测方法	102
□ 第四节 电磁喷油器的万用表检测	104
一、结构与工作原理	104
二、检测方法	107
□ 第五节 冷启动喷油器及温度时间开关的万用表检测	109
一、结构与工作原理	109
二、检测方法	110
□ 第六节 怠速空气调整器的万用表检测	111
一、双金属片式怠速空气调整器	111
二、石蜡式怠速空气调整器	113
三、电磁式怠速空气调整器	113
四、旋转滑阀式怠速空气调整器	114
五、步进电动机式怠速空气调整器	116
□ 第七节 点火线圈的万用表检测	118
□ 第八节 燃油装置的结构与工作原理	120

一、燃油滤清器	121
二、燃油压力脉动减振器	121
三、燃油压力调节器	122

第四章 汽车发动机电控系统电控单元的万用表检测 125

□ 第一节 电控单元的功能与基本结构	125
一、基本功能	125
二、基本组成	125
□ 第二节 电控单元电源电路的组成和工作原理	130
□ 第三节 电控单元的检测项目及方法	131

第五章 汽车发动机电控系统的故障诊断与排除 136

□ 第一节 自诊断系统的功能与工作情况	136
一、自诊断系统的功能	136
二、自诊断系统的工作情况	136
三、自诊断系统的备用功能	137
□ 第二节 自诊断测试内容与测试工具	138
一、自诊断测试方式	139
二、自诊断测试内容	139
三、自诊断测试工具	139
□ 第三节 电控系统自诊断测试	140
一、诊断插座	140
二、读取故障代码	142
□ 第四节 电控系统常见故障的诊断与排除	146
一、发动机电控系统故障的诊断与检修程序	146
二、发动机电控系统故障的诊断与检修方法	146
三、发动机电控系统的“故障现象表”	147
四、发动机电控系统故障诊断与排除实例	147

第六章 常见汽车发动机 ECU 端子功能与检测 155

□ 第一节 上海通用车系	155
一、凯越轿车	155
二、赛欧轿车	158
□ 第二节 上海大众车系	160
一、帕萨特 B5 轿车	160
二、波罗轿车	163
□ 第三节 一汽大众车系	165
一、捷达轿车	165
二、奥迪 A6 轿车	168
□ 第四节 一汽丰田车系	171

一、一汽花冠轿车	171
二、威驰轿车	172
□ 第五节 东风日产车系	174
一、颐达轿车	174
二、天籁轿车	179
□ 第六节 广州本田车系	184
一、飞度轿车	184
二、雅阁轿车	190
□ 第七节 奇瑞车系	196
一、旗云轿车	196
二、东方之子轿车	197

附录一 名词缩写注释	201
-------------------	------------

附录二 导线颜色缩写识别	205
---------------------	------------

参考文献	207
-------------	------------

第一章 万用表检测汽车发动机电控系统的基本知识

第一节 万用表的结构与使用

万用表也称三用表,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,是车辆维修人员的必备工具之一。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,提高工作效率。

► 一、万用表的分类和选用

1. 万用表的分类

万用表有指针式和数字式两类。常见的指针式万用表有 500 型、MF500-B 型、MF47 型、MF64 型、MF50 型、MF15 型等;常见的数字式万用表有 DT890、DT890D、DT830、DT9101、DT9102、DT9103 等。指针式万用表使用方便、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;而数字式万用表测量精度高、读数准确、显示清晰、测量范围宽,还能准确进行电容量和小电阻值的测量。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。

2. 万用表的技术特性

(1) 万用表的灵敏度 灵敏度是指计量器具对被测量对象变化的反应能力。指针式万用表的灵敏度有表头灵敏度、直流电压灵敏度、交流电压灵敏度之分。

① 表头灵敏度。表头灵敏度是指单位电流能使表头指针发生偏转的角度。由于在指针式万用表中,指针的偏转范围是一定的,通常在指针发生最大偏转时(也就是满偏时),流过表头的电流为表头的灵敏度。此电流越小,表头的灵敏度越高。500 型万用表一般使用内阻 2500Ω 、满偏电流为 $40\mu\text{A}$ 的直流表头,因此 500 型万用表的表头灵敏度为 $40\mu\text{A}$ 。

② 直流电压灵敏度。一般取万用表最小直流电流挡的满偏电流的倒数来表示。如 500 型万用表的最小直流电流挡为 $50\mu\text{A}$,那么其直流电压灵敏度为

$$\text{直流电压灵敏度} = 1/I = 1/(50 \times 10^{-6}) = 20(\text{k}\Omega/\text{V})$$

当量程为 10V 时,该挡的总内阻 $= 10 \times 20 = 200(\text{k}\Omega)$

当量程为 50V 时,该挡的总内阻 $= 50 \times 20 = 1(\text{M}\Omega)$

当量程为 250V 时,该挡的总内阻 $= 250 \times 20 = 5(\text{M}\Omega)$

从以上的分析可以看出,直流电压挡的量程越大,其内阻越大,对测量结果的影响越小。

③ 交流电压灵敏度。如果仍使用 $50\mu\text{A}$ 电流量程作交流电压表,并采用半波整流的方式,该整流电路的工作效率为 0.44,那么,使表头发生满偏所需要的交流电流为

$$50/0.44=113.5(\mu\text{A})$$

则交流电压灵敏度为

$$1/(113.5\times 10^{-6})=8.8(\text{k}\Omega/\text{V})$$

当量程为交流 10V 时,该挡的总内阻 $=10\times 8.8=88(\text{k}\Omega)$

当量程为交流 50V 时,该挡的总内阻 $=50\times 8.8=440(\text{k}\Omega)$

从以上的分析可以看出,跟直流电压挡一样,交流电压挡的量程越大,其内阻越大,对测量结果的影响越小,不同的是交流电压的灵敏度低,相同数值的量程交流挡内阻低。由于 500 型万用表的整流电路采用全波整流,因此它的效率也相应提高了 1 倍,其交流电压灵敏度降低了一半,内阻也减小了一半。

(2) 万用表的分辨力及分辨率 分辨力是描述数字式万用表技术性能的一项参数,它表示该表可显示的最小的数对被测量值的可表达程度。分辨力不仅可以用来表示测量机构的技术性能,也可以用来表示各挡的技术性能。随着量程的转换,分辨力也做相应的变化,统一测量功能条件下,量程越小,分辨力越高;反之分辨力越低。如 DT890D 数字式万用表 200mV、2V、20V、200V、1000V 的分辨力分别是 0.1mV、1mV、10mV、100mV、1V。

分辨力的相对值为分辨率。设最大显示数为 $N_{\max}$,最小分辨力为一个字,则

$$\text{分辨率}=1/N_{\max}$$

当 $N_{\max}=1000\text{V}$,最小分辨力 $=1\text{V}$ 时

$$\text{分辨率}=1/1000=0.001=0.1\%$$

(3) 万用表的准确度等级 按万用表的测量准确度大小所划分的级别,称为万用表准确度等级。划分的依据是仪表的基本误差,该误差是在规定的正常测量条件下所具有的误差。指针式万用表的准确度等级有 0.5 级、1.0 级、1.5 级、2.5 级、5.0 级。准确度等级的标注方法有 3 种,分别代表不同数值的测量误差。有的万用表还标有 3 个精度等级:—2.5、~5.0、 $\Omega 2.5$,其中—2.5 表示直流量程的基本误差为 2.5%,~5.0 表示交流量程的基本误差为 5.0%, $\Omega 2.5$ 表示电阻量程的基本误差为 2.5%。

(4) 万用表的其他技术性能 万用表的其他技术性能还有波形误差、频率特性等。

仪表的指示值是按正弦波形交流电的有效值校正,当被测电压为非正弦波时,如测量铁磁饱和稳压器的输出电压,表的指示值将因波形失真而引起误差。数字式万用表大都采用平均值响应的 AC/DC 转换器,只能测量正弦电压的有效值,且要求被测正弦电压的失真不超过 5%,欲测量方波、矩形波、锯齿波、梯形波、半波或全波整流波等非正弦波的电压,必须选用真有效值数字式万用表,如 DT960T、DT980、DM8145 型等。

频率特性是指针式万用表的交流电压挡,适应频率的范围因表而异。有的万用表交流电压挡的频率范围是 45~65Hz,其扩展频率为 1000Hz,在刻度盘上表示为 45~65~1000Hz。有的万用表交流电压挡的频率范围是 45~1000Hz,在刻度盘上直接标注。有些万用表没有标注所适应的频率范围,一般情况下按 45~65Hz 使用。在使用的

过程中,如果被测交流电的频率超过万用表的工作频率范围,也将产生误差,并且误差会随着频率的升高而增大,最终会使测量结果失去意义。500型万用表的工作频率范围是45~1000Hz。手持式数字式万用表的频率范围一般在400Hz以下,超过此值时测量结果会增大。

3. 万用表的选用

万用表按精度可分为精密、较精密、普通3级,按灵敏度可分为高、较高、低,按体积可分为大、中、小3种,一般来说,精密、高灵敏度、功能多、大体积的万用表质量高、价格贵。万用表的型号很多,而不同型号之间功能也存在差异,一般情况下,指针式万用表都具有以下基本量程:×1~10~100~1k~10kΩ电阻挡、0~2.5~10~50~250~500V直流电压挡、0~10~50~250~500V交流电压挡、0~50μA~1~10~100~500mA直流电流挡,而数字式万用表量限更大,量程更多。

二、指针式万用表的结构与使用方法

1. 指针式万用表的结构

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3部分组成。从外观上看由外壳、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。

下面以500型万用表为例介绍指针式万用表的结构。

500型指针式万用表是一种高灵敏度、多量程的携带式整流系仪表,该表共有24个测量量程,能完成交直流电压、直流电流、电阻及音频电平等基本项目的测量,还能估测电容器的性能,判别各种类型的二极管、三极管及极性等。

从外观上看,500型万用表正面有表头、表盘、两个转换开关、机械调零旋钮、调零电位器和4个表笔插孔,背面有电池盒,能容纳1.5V二号电池一节和9V层叠电池一块,如图1-1所示。

(1) 表头 表头是万用表的重要组成部分,决定了万用表的灵敏度。表头由指针、磁路系统和偏转系统组成。为了提高测量的灵敏度和便于扩大电流的量程,表头一般都采用内阻较大、灵敏度较高的磁电式直流安培表,500型万用表使用的是内阻2800Ω、满度电流为40μA的直流表头。

由于500型万用表的表头采用的是直流安培表,电流只能从正极流入,从负极流出。在测量直流电流的时候,电流只能从与“+”插孔相连的红表笔流入,从与“*”插孔相

连的黑表笔流出,在测量直流电压时,红表笔接高电位,黑表笔接低电位,否则,一方面测不出数值,另一方面很容易损坏指针。

(2) 表盘 表盘由多种刻度线以及带有说明作用的各种符号组成。只有正确理解各种刻度线的读数方法和各种符号所代表的意义,才能熟练地、准确地使用好万用表。表盘示意图如图1-2所示。



图 1-1 500 型万用表的结构

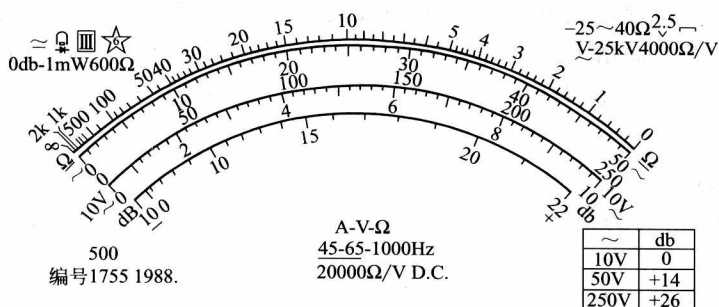


图 1-2 表盘示意图

刻度尺有 4 种刻度标记, 从上至下分别是欧姆挡刻度尺、交直流 50V 和 250V 挡的刻度尺、交流 10V 挡的专用刻度尺及 dB 挡刻度尺。由图 1-2 可见, 直流电流和直流电压共用一条刻度尺, 并且该刻度尺上的刻度是均匀的、等分的, 其他刻度尺上的刻度是不均匀的, 同一条刻度尺上标有不同的数字, 以避免在使用某些量程时进行换算。电阻值的读数方法与其他读数方法正好相反, 从右边零位开始, 至左边无穷大, 其他量程读数从左边零位开始。

测量结果的读取有 3 种方法: 第一种是量限法, 即被测对象的数值在刻度尺满偏范围之内, 可以直接读取, 如测量 250V 以内的电压值; 第二种是量程法, 即测量结果等于读数乘以量程, 电阻挡就属于这一种方法, 如将电阻挡量程开关旋至 $R \times 100$ 挡, 读数为 8, 那么被测电阻的阻值为 800Ω ; 第三种是换算法, 如 250V 以上的电压挡、+22dB 以上的 dB 挡等。

在万用表的表盘上, 通常印有各种符号, 它们所表示的内容如表 1-1 所示。

表 1-1 万用表表盘符号及其意义

符 号	意 义	符 号	意 义
	磁电式带机械反作用力仪表		整流式仪表
	磁电式一级防外磁场		仪表水平放置
	磁电式二级防外磁场		仪表垂直放置
	磁电式三级防外磁场		表示仪表能经受 50Hz、2kV 交流电压历时 1min 绝缘强度试验(星号中的数字表示试验电压千伏数, 星号中无数字表示 500V, 星号中为 0 时表示未经绝缘强度试验)
	磁电式四级防外磁场		
	交直流两用		准确度等级。此例表示直流测量误差小于满刻度的 2.5%

另外,万用表表盘上还印有各种数值和符号,其意义如下。

① A-V- Ω 指安培、伏特、欧姆,即表示该万用表是可测电流、电压和电阻的复用表。

② MF M 指仪表,F为复用式,MF为万用表的标志。

③ 27℃ 为热带使用仪表,标准温度为 $(27 \pm 2)^\circ\text{C}$,而一般仪表的标准温度为 $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ 。

④ 0dB=1mW 600 Ω 表示分贝(dB)标尺是以在600 Ω 负荷电阻上,得到1mW功率时的指示定为0dB的。

(3) 转换开关 万用表的型号不同,转换开关工作方式也不同,有功能开关与量程开关合用一只开关型、功能开关与量程开关分离型、功能开关与量程开关交互使用型等。有些万用表还设有专用插座与功能转换开关配合使用,以完成某些专项测量。500型万用表属于交互使用型,使用时首先要熟悉两个转换开关上功能选项的位置,根据被测对象的类别,选择相应的测量项目,再根据被测数值的大小,选择合适的量程,即可进行测量了。如用500型万用表测量一节9V层叠电池的电压,首先选择功能开关,即将右边的旋钮旋至“V”挡;再选择量程,即将左边的旋钮旋至直流电压10V挡,然后将红表笔插入“+”,黑表笔插入“*”,确认无误后,即可进行测量,并从刻度线上读取测试结果。500型万用表除了用上述方法选择量程外,还可利用改变表笔插头位置的方法来转换测量量程。如当测量2500V交、直流电压时,黑表笔插在“*”不动,将红表笔插在2500V的插孔内即可进行测量。

(4) 机械调零旋钮和电阻挡调零旋钮 机械调零旋钮的作用是调整表头指针静止时的位置。万用表不做任何测量时,其指针应指在表盘刻度线左端“0”的位置上,如果不在这个位置,可调整该旋钮使其到位。电阻挡调零旋钮的作用是,当两表笔短接时,表头指针应指在欧姆挡刻度线的右端“0”的位置,如果不指在“0”的位置,可调整该旋钮使其到位。需要注意的是每转换一次欧姆挡的量程,都要调整该旋钮,使指针指在“0”的位置上,以减小测量的误差。

(5) 表笔插孔 不同万用表表笔插座的表示方式有所不同,有的直接用“+”和“-”表示,有的用“+”、“*”表示,也有的用“+”、“COM”表示等。500型万用表有4个表笔插孔分别对应在“*”、“+”、“dB”(有些为5A)和“2500V”位置上。测量时红表笔应插在“+”,黑表笔应插在公共端“*”,在使用交直流“2500V”和音频电平测试量程时,红表笔应分别插在“2500V”和“dB”插孔中。

指针式万用表的红表笔插孔与万用表内部电池的负极相连,黑表笔插孔与万用表内部电池的正极相连。数字式万用表正好相反。在用万用表测量二极管、三极管和某些有极性的元件时要特别注意表笔内部电源极性问题,以免引起误判。

2. 500型指针式万用表的使用方法

(1) 调零点 使用前,如果万用表指针不指在刻度尺的零点(非欧姆挡的起始零点),则必须用旋具慢慢转动机械零点校正螺钉,使指针指在起始点零位上。然后将红表笔插在“+”内,黑表笔插在“*”内,再选择合适的量程,即可进行下一步的测量。

(2) 直流电压挡的使用 将右边的转换开关旋至直流电压挡,左边的旋钮旋至相应的待测直流电压的量程。测量时两表笔应并接在线路的两端即可。

如果事先不知道待测电压的值在哪一个量程范围之内,应该遵循从高量程到低量程的

原则,不合适再依次递减,直至指针在有效的偏转范围之内。如果不考虑表的内阻对测量结果的影响,则可以选择较小的量程,使指针得到最大幅度的偏转,这时测量的结果读数最准确,误差最小;如果考虑表的内阻对测量结果的影响,就应该选择较高的量程,这样表的内阻增大,减小了表的内阻对测量结果的影响。

在测量过程中,如果不知道电压的极性,可先将一只表笔接好,用另一只表笔在待测点上轻轻地、快速地触一下,如果指针向左偏转,说明测量错误,只需将红、黑表笔交换即可,如果指针向右偏转,表明测量正确,这时红表笔所接的一端为正极,黑表笔为负极,接着可以进行细致测量。除 50V 和 250V 挡的测量结果可以直接读出外,其他挡的测量结果需按比例换算。读取测量结果时,眼睛的视轴应和指针的中垂线重合,以减小人为的读数误差。如果表盘上带有反光镜,读数时指针应和镜中的影像重合。

(3) 交流电压挡的使用 将右边的转换开关旋至交流电压挡(与直流电压挡共用),左边的旋钮旋至相应的待测交流电压的量程。量程的选择与测量结果的读取方法与直流电压相同。另外交流电压挡又多了交流 10V 专用刻度尺。注意,500 型万用表是磁电式整流系仪表,它的指示值是交流电压的有效值,均按正弦波形交流电压的有效值校正,因此只适用于正弦波。

由于交流电没有正、负极之分,所以表笔也没有红、黑之别。但需要说明的是,用直流电压挡测量交流电压值时,指针会抖动而不偏转,甚至会损坏;用交流电压挡测直流电压值时,所测量的结果大约要高一倍;测量交流电压时,如被测交流信号上叠加上直流电压,交、直流电压之和不得超过该量程的量限,必要时应在输入端串接隔直电容,也可直接利用 dB 挡进行测量,该插孔内部已串入隔直电容。因此在利用交流电压挡进行测量时,要注意量程的选用。

(4) 直流电流挡的使用 测直流电流时应将左边的转换开关旋至直流电流挡,右边的转换开关旋至与被测电流值相应的量程,量程的选定与直流电压的测量方法相同,将被测电路的某一点断开,将两只表笔串接在电路中,注意红表笔接电流流入的一端,黑表笔接电流流出的一端。在测量的过程中要注意两只表笔与电路的接触应保持良好的,切勿将两只表笔直接并接在某一电路的两端,以防万用表的损坏。

(5) 电阻挡的使用 将左边的转换开关旋至电阻(Ω)处,将右边的转换开关旋至待测电阻值相应的量程,先将两只表笔短路,调节欧姆挡调零电位器,使指针指在欧姆刻度线零的位置上,再将两表笔并接在被测电阻的两端进行测量。

为了减小测试误差,提高测试精度,欧姆挡量程的选用应使指针的摆动范围尽可能在刻度尺全刻度起始的 20%~80% 之间,最好指在中间部位,这样精度更高。在测量阻值较大的电阻时,要避免人体与电阻两端或表笔导电部分的接触。

$R \times 1$ 、 $R \times 10$ 、 $R \times 100$ 、 $R \times 1k$ 挡所用直流电源为一节 1.5V 二号电池, $R \times 10k$ 挡所用直流电源是一节 1.5V 二号电池和一块 9V 层叠电池相串联。当两表笔短路时,调节调零电位器不能使指针摆到“0” Ω 位置上,表明电池电压不足,应更换电池。更换时要注意电池的极性,更换后要保证电池与电池夹接触良好。长期不用时,要把电池取出,以防止电池漏液而腐蚀或影响其他元件。

利用万用表电阻挡测试发光二极管的好坏。取一个容量大于 100 μ F 的电解电容(容量越大,现象越明显),先用 $R \times 100$ 挡对其进行充电,此时黑表笔接电容正极,红表笔接电容的负极。充电完毕后,黑表笔改接电容的负极,将被测二极管串接于红表笔和电容

正极之间,若二极管亮后逐渐熄灭,表明二极管是好的;若发光二极管不亮,将其两引脚交换后重新测试,还不亮表明该发光二极管已损坏。

(6) 音频电平挡的使用 利用音频电平(dB)挡可以测量标准负载时的功率增益。标准负载是指负载阻抗正好是 600Ω 。将红表笔插入到“dB”,黑表笔插入到“*”,左边和右边的转换开关旋至交流电压挡及其对应的量程上,将两只表笔并接在负载两端就可进行测量。如果使用的是交流10V挡,指针所指的就是测量结果;如果使用的是交流50V或交流250V挡,就应该在指针读数上再分别加上14dB或28dB。

三、数字式万用表的结构与使用方法

1. 数字式万用表的结构

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。与指针式万用表相比,表的结构和原理都发生了根本的改变,具有体积小、耗电省、功能多、读数清晰准确等优点,因此受到广大车辆维修人员的青睐。

在常用的数字式万用表中,以 $3\frac{1}{2}$ 位和 $4\frac{1}{2}$ 位袖珍式较多。 $3\frac{1}{2}$ 通常读作“三位半”。其含义是最高位只能显示“1”或不显示即称为“半位”,其他三位显示三位十进制数,也就是说, $3\frac{1}{2}$ 位数字式万用表能显示的最大数字为1999(不考虑小数点)。

DT890是价格较低、较为普及的 $3\frac{1}{2}$ 位数字式万用表,其面板如图1-3所示。

DT890有30个基本挡和两个附加挡,可用来测量直流电压(简称DCV,有200mV、2V、20V、200V、1000V五挡),交流电压(简称ACV,有200mV、2V、20V、200V、700V五挡),直流电流(简称DCA,有200 μ A、2mA、20mA、200mA和附加10A五挡),交流电流(简称ACA,有2mA、20mA、200mA和附加10A四挡),电阻(简称OHM,有200 Ω 、2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 和20M Ω 六挡),电容(简称CAP,有2000pF、20 μ F、200 μ F、2 μ F和20 μ F五挡),还有一挡用二极管符号和音乐符号表示,是二极管和蜂鸣器共用挡,用来检测二极管的好坏和线路的通断。测量三极管的 h_{FE} 时,采用八芯插座,分为NPN和PNP二挡。

从面板上看,数字式万用表主要由液晶显示器、量程转换开关和表笔插孔等组成。

(1) 液晶显示器(LCD) 不同厂家生产的数字式万用表,其液晶显示器所显示的内容也各有不同,主要有测量项目显示、测量数字显示、计量单位的显示、状态显示等,除数字显示以外,其他内容的显示都是以字母或符号表示。从液晶显示屏上可以直接读出测

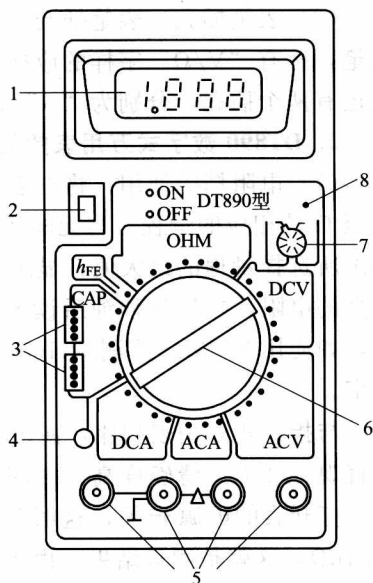


图1-3 DT890型数字式万用表的面板

- 1—CD显示器; 2—电源开关; 3—电容接口; 4—测电容零点调节器; 5—表笔插孔; 6—量程选择开关; 7— h_{FE} 端口; 8—LED

量结果和单位,避免了在使用指针表时人为的读数误差以及测量结果的换算等。

在测量直流电压或直流电流时,如果读数为负值表示红表笔和黑表笔极性接反,此时也不必交换表笔重新测量;如果只显示最高位的“1”,表示超量程,应当换用高档位,在换用量程之后要注意小数点位置的变化,以免读错结果。在测量开始1~2s时间内显示的数字会反复跳动也是正常现象。显示屏如果无任何显示,要检查电池及开关是否接触良好,在使用过程中,如果液晶显示屏显示电池电压不足,则打开后盖,换上同一型号的9V新电池即可;如果只显示固定的数值,则要检查万用表是否处于保持状态。

(2) 转换开关 数字式万用表量程转换开关在表的中间,量程开关与功能开关合用一只开关,并且功能多、测量范围广,能测量交直流电压、交直流电流、电阻、三极管的放大倍数、电容器的容量、电路的通断。与指针式万用表不同的是,数字式万用表还增加了交流电流和电容容量测试等挡位。

在数字式万用表中,量程挡的首位数几乎都是2,如200 Ω 、2V、20 μ F、20mA等。如果测量结果只显示“半位”上的读数“1”,表示被测数值超过了该量程的测量范围(这种现象称为溢出),说明量程选得太小,应换高的量程。注意在测量电压或电流的时候,不能确定被测数值范围的情况下,应先选高档位进行测量,然后根据测量数据,再选择合适挡位进行测量。

数字式万用表相邻的两个挡位之间的距离一般很小,很容易造成跳拨和错拨,因此在转换量程的时候动作要慢一点,不要用力过猛,到位后要来回晃动一下看是否接触良好。严禁在测量的同时拨动量程开关,特别是在高电压、大电流的情况下,以防产生电弧烧坏量程开关。

(3) 表笔插孔 表笔插孔一般有4个。标有“COM”字样的为公共插孔,应插入黑表笔,标有“V/ Ω ”字样的应插入红表笔,以测量交直流电压值和电阻值。测量交直流电流还有两个插孔,分别为“A”和“10A”,供不同量程挡选用,应插入红表笔。

2. DT890 数字式万用表的使用方法

(1) 电阻挡的使用 将红表笔插入V/ Ω 插孔,黑表笔插入COM插孔,将功能开关旋至 Ω 挡相应的量程。当无输入时,如在开路情况下显示屏显示“1”。如果被测电阻值超出所选择量程的最大值,显示屏也将显示“1”,应选择更高的量程。对于大于1M Ω 或更高的电阻,要过几秒钟后读数才能稳定,这是正常现象。在测量高阻值时,应减去误差,如使用200M Ω 挡测量100M Ω 的电阻值时,测量的结果应减去表笔短路时显示的数字。

与指针式万用表相比,使用数字式万用表测量电阻值时,在任何挡位都无需调零。读数直观、准确,精确度高。如测量一只标有47k Ω 的电阻,将量程转换开关旋至200k Ω 挡,打开表的电源开关,这时显示“1”,将表笔跨接在电阻的两端,读数最后稳定在45.4k Ω ,这就是测量结果。由于电阻值的误差和表的误差导致了测量结果和电阻标注值存有差异,由此也不能说明电阻值不准或万用表测量不准。

(2) 直流电压挡的使用 将红表笔插入V/ Ω 插孔,黑表笔插入COM插孔,将功能开关旋至被测直流电压相应的量程,量程的选用与指针式万用表相同。但当被测电压的极性接反时,测量结果前面会显示“-”,此时不必调换表笔重测。

如果显示屏只显示“1”,表示被测电压超过了该量程的最高值,应选用更高的量程。注意:不要测量1000V以上的电压值,否则容易损坏内部电路。

(3) 交流电压挡的使用 将红表笔插入 V/Ω 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔, 将功能开关旋至被测交流电压相应的量程, 其他方法与测直流电压基本相同。注意, 不要测量 700V 以上的电压值, 否则容易损坏内部电路。

(4) 直流电流挡的使用 将黑表笔插入 COM 插孔, 当测量电流的最大值不超过 200mA 时, 将红表笔插入 mA 插孔, 当测量电流的最大值超过 200mA 时, 将红表笔插入 10A 插孔。将功能转换开关旋至直流电流相应的量程, 再将两表笔串联在被测电路中, 便可测量出结果。

(5) 交流电流挡的使用 将功能转换开关旋至交流电流相应的量程, 其他方法与直流电流的测量方法相同。

(6) 电容挡的使用 将功能转换开关置于电容量程, 将电容器直接插入电容测量插座“CX”中, 便可显示测量结果。注意, 万用表本身对电容挡设置了保护电路, 在测试过程中, 不用考虑电容的极性和放电情况。测量较大的电容时, 稳定读数需要一定的时间。

(7) h_{FE} 挡的使用 将待测三极管插入 NPN (用于测 NPN 三极管的 β 值) 或 PNP (用于测 PNP 三极管的 β 值) 插孔中, 显示屏上显示的数值即为被测三极管的 β 值。

(8) 数字式万用表的使用技巧 灵活运用数字式万用表所具有的一些特殊功能, 会给元器件检测和电路测量带来很多方便, 下面介绍一些数字式万用表在元器件检测和电路测量中的一些技巧。

① 蜂鸣器和二极管挡的使用。将红表笔插入 V/Ω 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔, 功能转换开关旋至蜂鸣器和二极管挡, 便可进行测量。该挡有两项功能。

a. 判断线路的通断。将两表笔跨接在线路的两端, 蜂鸣器有声音时, 表示线路导通 ($R \leq 90\Omega$), 如果没有声音表示线路不通。

b. 判断二极管的好坏、极性、正向压降值。将红、黑表笔分别接二极管的两端, 如果显示溢出, 表示反向, 再交换表笔, 这时显示的数值为二极管的正向压降值, 红表笔所连接的一端为正极, 另一端为负极。同时也可以根据正向压降的大小判断二极管的制作材料, 一般情况下锗管的正向压降为 0.15~0.3V, 硅管为 0.5~0.7V。如果以上两次测量均为溢出, 表明此二极管已损坏。

注意: 数字式万用表的红表笔接内部电源的正极, 黑表笔接负极, 与指针式万用表正好相反。在测量二极管时不要误判。

② 发光二极管的检测。利用数字式万用表检测发光二极管有两种方法。

a. 将红表笔插入 V/Ω 插孔, 黑表笔插入 COM 插孔, 功能转换开关旋至蜂鸣器和二极管挡, 用红、黑表笔分别接触发光二极管的正、负极, 在显示正向压降的同时, 发光二极管还能被点亮而发出微光。

b. 将发光二极管的两引脚分别插入 h_{FE} 插座的 C、E 检测孔, 若二极管不亮, 对调一下亮, 则说明该二极管是好的, 反之则说明二极管是坏的。能亮时, 在 NPN 挡插入 C 孔的是正极, 在 PNP 挡插入 E 孔的是正极。

③ 晶振的检测。用电容挡测其容量, 在 200~300pF 之间为好。容量大于此值表明晶振漏电, 容量小于此值为破碎, 无容量为极间断路。

④ 三极管管脚的判别。用蜂鸣器和二极管挡检测三极管的好坏。拨到“蜂鸣器和二极管”挡, 用表笔测 PN 结, 如果正向导通, 则表上显示的数字即为此 PN 结的正向压降。压降大的为发射结, 压降小的为集电结。如果红表笔接的是公共极, 则被测三极管为