

张大鹏 张宪 主编

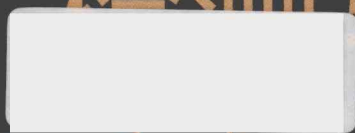
QICHE DIANQI YUANQIJIAN DE
JIANCE YU WEIXIU



汽车

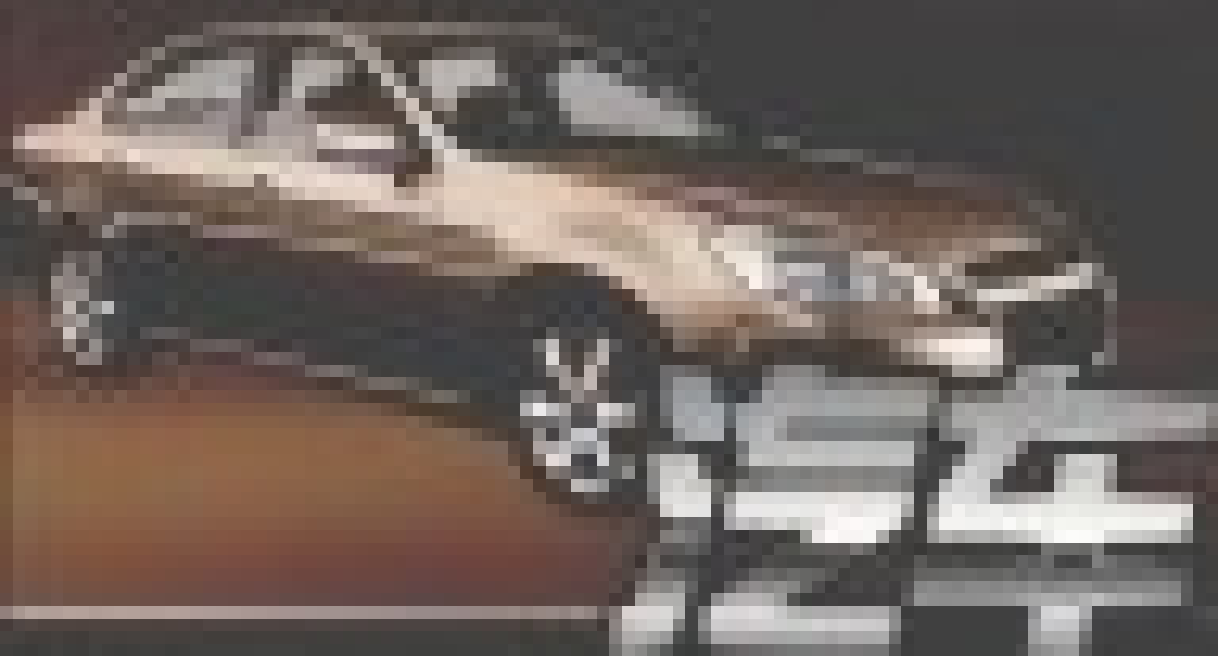
电器元器件的

检测与维修



化学工业出版社

第2版 2013年12月第1次印刷



电器元器件的

检测与维修

张大鹏 张宪 主编

QICHE DIANQI YUANQIJIAN DE
JIANCE YU WEIXIU



电器元器件的 检测与维修



化学工业出版社

· 北京 ·

5 90 元 每 本

图书在版编目(CIP)数据

汽车电器元器件的检测与维修/张大鹏, 张宪主编. —北京:
化学工业出版社, 2012.1

ISBN 978-7-122-12464-7

I. 汽… II. ①张…②张… III. ①汽车-电气设备-电子元
件-检测②汽车-电气设备-电子元件-车辆修理 IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 200918 号

责任编辑: 卢小林

文字编辑: 徐卿华

责任校对: 吴 静

装帧设计: 刘丽华

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

710mm×1000mm 1/16 印张 21 字数 421 千字 2012 年 2 月北京第 1 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: 58.00 元

版权所有 违者必究

《汽车电器元器件的检测与维修》

编审人员

主 编 张大鹏 张 宪

副主编 谭允恩 韩纪富 石 勇 张 亮

参 编 李良洪 王立研 桂明华 韩凯鸽

赵慧敏 沈 虹 赵建辉 刘卜源

主 审 张 宣 江春学



前言

进入 21 世纪后的汽车工业正以惊人的速度呈现出崭新的面貌，特别是随着汽车电子技术的迅速发展及微机运用的普及，汽车的动力性、经济性、舒适性和安全性得到显著的提高。新型汽车电器设备的迅速增多，电子控制装置必将代替传统的电器，汽车电器水平的高低已成为衡量汽车智能化程度的主要标志。为了适应汽车维修电工及广大汽车维修人员和汽车驾驶员的维修需要，我们编写了本书。

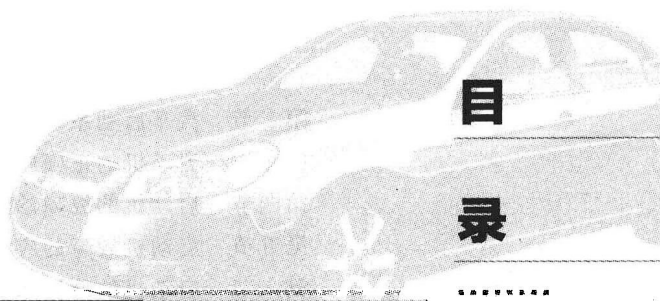
本书在选材上力求由浅入深，循序渐进。全书着重阐述了汽车驾驶员和汽车维修电工必须掌握的汽车电器元器件与零部件的检测与维修知识，相应地介绍了常用汽车电工仪器、仪表的功能与测量方法。讲述了蓄电池、发电机、调节器、启动机、点火系统、照明与信号系统、汽车信息显示系统、空调系统的电器元器件与零部件的检测与维修。较详细地介绍了传感器与执行器的组成、检测与维修，并结合实例介绍了元器件与零部件故障的排除。

本书的编写力求做到通俗易懂，实用性强，因而对各类汽车电器元器件与零部件的工作原理阐述较少，着重介绍结构、使用和检测与维修。对车型力求有代表性，以达到融会贯通、举一反三的目的。

本书适合广大汽车维修人员和汽车驾驶员学习使用，尤其适合汽车维修电工自学。

本书在编写过程中参考了相关资料和书籍，在此谨向作者表示衷心的感谢。由于时间仓促，加上编者水平有限，书中定有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者



第一章 常用汽车电工仪器仪表 1

- 第一节 常用汽车电工仪表功能及使用 1
- 第二节 常用汽车检测工具和专用测试仪 9

第二章 蓄电池的检测与维修 19

- 第一节 蓄电池的正确使用与检测 20
- 第二节 蓄电池的故障诊断与排除 24
- 第三节 干荷电蓄电池与免维护蓄电池 27
- 第四节 蓄电池的应急修理 30
- 第五节 蓄电池故障排除实例 32

第三章 交流发电机的检测与维修 36

- 第一节 交流发电机的结构与组成 37
- 第二节 常用交流发电机的电源电路 41
- 第三节 交流发电机的正确使用与检测 45
- 第四节 交流发电机的故障诊断与排除 54
- 第五节 交流发电机的试验 56
- 第六节 交流发电机故障排除实例 58

第四章 交流发电机调节器的检测与维修 64

- 第一节 电子式调节器的结构与组成 65
- 第二节 调节器的正确使用与检测 76
- 第三节 充电系统的故障诊断及排除 78
- 第四节 交流发电机调节器的应急修理 80
- 第五节 交流发电机调节器故障排除实例 81

第五章 启动系统的检测与维修 86

- 第一节 启动机的结构与组成 86

第二节	汽车启动系统电路实例	92
第三节	启动机的正确使用与调试	96
第四节	启动机的故障诊断与排除	99
第五节	启动机故障的应急修理	107
第六节	启动机故障排除实例	107

第六章 点火系统的检测与维修 **114**

第一节	点火系统的结构与组成	114
第二节	汽车点火系统电路实例	123
第三节	点火系统的正确使用与检测	125
第四节	电子点火系统的故障诊断与排除	128
第五节	点火系统的应急修理	137
第六节	点火系统故障排除实例	140

第七章 汽车信息显示系统的检测与维修 **145**

第一节	汽车信息显示系统的功能与组成	145
第二节	汽车仪表的正确使用与检修	151
第三节	电子式汽车仪表	162
第四节	数字式汽车仪表	167
第五节	汽车显示系统的故障诊断与排除	172
第六节	信息显示系统故障排除实例	174

第八章 照明与信号系统的检测与维修 **178**

第一节	照明与信号系统的结构与组成	178
第二节	照明与信号系统的正确使用与维护	191
第三节	照明与信号系统的故障诊断与排除	195
第四节	照明与信号系统的应急修理	199
第五节	照明与信号系统故障排除实例	200

第九章 辅助电器装置的检测与维修 **206**

第一节	电动刮水器	206
第二节	洗涤器	210
第三节	电动汽油泵	215

第四节	启动预热装置	218
第五节	电动车窗	222
第六节	中央控制电动门锁	225

第十章 汽车空调系统的检测与维修 230

第一节	汽车空调系统的结构与组成	231
第二节	汽车空调系统的正确使用与维护	234
第三节	汽车空调系统故障诊断与排除	238
第四节	汽车空调系统故障排除实例	254

第十一章 车用传感器的结构、原理与检测 258

第一节	空气流量传感器的结构、原理与检测	260
第二节	曲轴位置传感器的结构、原理与检测	273
第三节	氧传感器的结构、原理与检测	279
第四节	温度传感器的结构、原理与检测	283
第五节	进气歧管绝对压力传感器的结构、原理与 检测	286
第六节	节气门位置传感器的结构、原理与检测	289
第七节	车速传感器的结构、原理与检测	292
第八节	车用传感器故障排除实例	293

第十二章 车用执行器的结构、原理与检测 296

第一节	冷启动喷油器的结构、原理与检测	296
第二节	喷油器的结构、原理与检测	298
第三节	电动汽油泵的结构、原理与检测	303
第四节	继电器的结构、原理与检测	307

第十三章 发动机电控系统电控单元的结构、原理与检测 312

第一节	电控系统电控单元的结构与组成	312
第二节	电控系统电控单元电源电路的工作原理	318
第三节	电控系统电控单元的检测	320

参考文献 325



第一章

常用汽车电工仪器仪表

现代汽车电器设备中的各个物理量（如电压、电流、电功率、电波形及电路参数等）的大小，在调试、检修中常用电工仪表和电子仪器去测量。随着汽车电气自动化程度的提高，非电测量的迅速发展，使电工测量技术有了进一步发展，保证了汽车电子设备的顺利工作。掌握这些仪表的结构和原理就能更好地使用它们。

第一节 常用汽车电工仪表功能及使用

一、电气测量仪表基本知识

1. 电气测量指示仪表的分类

测量电气参数（如电流、电压、电阻、功率等）的指示仪表统称为“电气测量指示仪表”。常见的分类方法有以下几种。

按显示方式分类：模拟式（指针式）、数字式。

按工作原理分类：磁电式、电磁式、电动式、感应式和整流式等。

按被测量的名称（或单位）分类：电压表（伏特表、毫伏表）、电流表（安培表、毫安表、微安表）、功率表（瓦特表）等。

按使用方式分类：开关板式、可携式等。

2. 电气测量指示仪表的组成及工作原理

模拟式仪表由测量机构和测量线路两大部分组成。测量机构是仪表的核心，其

主要作用是产生偏转力矩、反作用力矩以及阻尼力矩。测量时,仪表的活动部分(转轴)在偏转力矩的作用下偏转,同时它受到反作用力矩的作用,当偏转力矩和反作用力矩相等时,带有指针的转轴就停止下来,由指针指示出被测量的大小。

3. 仪表的准确度

目前国内生产的仪表按其准确度分为七个等级,见表 1-1 所示。

表 1-1 国内生产的仪表准确度等级

准确度等级	0.1	0.2	0.5	1.0	1.5	2.5	5.0
基本误差 K/%	±0.1	±0.2	±0.5	±1.0	±1.5	±2.5	±5.0

基本误差

$$\pm K = \frac{\Delta m}{A_m} \times 100\%$$

式中, Δm 为最大绝对误差; A_m 为仪表的量限。

测量结果通常用相对误差表示,所以测量时,可先根据仪表的准确度等级和量程,通过上式计算出所测数据的最大绝对误差。

$$\Delta m = \pm K \times A_m$$

再根据实测值计算出相对误差值。若测量的读数为 A_x , 则所测结果的最大相对误差为

$$\gamma = \frac{\Delta m}{A_x} \times 100\%$$

4. 仪表表盘上的标记符号

仪表的种类、用途、测量范围、准确度以及使用条件等主要性能,用相应的符号标记在每只仪表的表盘上。各种符号所表示的意义见表 1-2。

表 1-2 仪表表盘上的标记符号

符 号	意 义	符 号	意 义
	磁电式仪表		交、直流两用仪表
	具有整流装置		以指示值的百分数表示的准确度等级
	电磁式仪表		绝缘强度试验电压/kV
	电动式仪表		电流表
	仪表水平放置使用		电压表
	直流仪表		有功功率表
	交流仪表		电度表



二、模拟式仪表的测量机构

1. 磁电式仪表

磁电式仪表的测量机构如图 1-1 所示。通有直流电流的可动线圈（简称动圈）与永久磁铁的磁场相互作用而产生偏转力矩，使动圈发生偏转。而与动圈固定连接的游丝则受力发生变形，产生反作用力矩，阻碍动圈偏转。二力矩平衡时，动圈停在相应的位置，指针在刻度盘的标度尺上指示出被测量的数值。由于指针偏转角度与通过动圈的电流成正比，所以标度尺的刻度是均匀的。

直流电流表、电压表采用磁电式结构。

使用直流电表时，电流表应串接在被测支路中，而电压表应与被测支路并联；应让电流从仪表的“+”极性端流入，否则指针将反向偏转；磁电式仪表过载能力较差，使用时要多加注意。

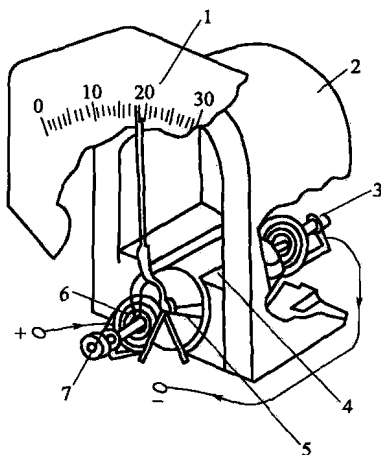


图 1-1 磁电式仪表测量机构示意图

- 1—指针；2—永久磁铁；3—下游丝；
4—铁芯；5—线圈；6—上游丝；7—调零螺钉

2. 电磁式仪表

电磁式仪表的测量机构如图 1-2 所示。当电流通入仪表线圈后，产生磁场，线圈内的可动铁片 B_1 、固定铁片 B_2 被磁化，二片相互排斥，使可动铁片 B_1 转动，带动指针偏转。由于偏转力矩与电流的平方成正比，所以标度尺的刻度是不均匀的。

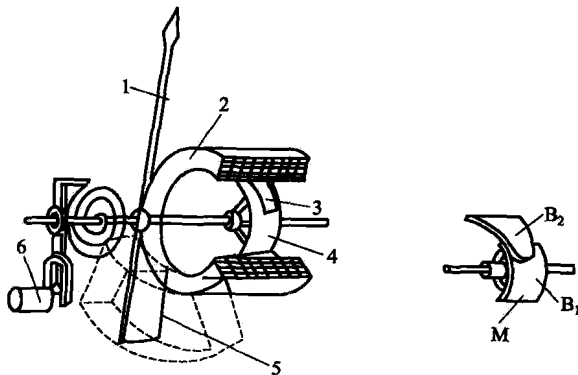


图 1-2 电磁式仪表结构示意图

- 1—指针；2—固定线圈；3—固定铁片 B_2 ；4—可动铁片 B_1 ；
5—空气阻尼器；6—调零螺钉

电磁式仪表可用来测量交流电或直流电。其结构简单、耐用，但灵敏度较低，功耗较大。

3. 电动式仪表

电动式仪表的测量机构如图 1-3 所示。可动线圈 4 装在转轴上，并可在固定线圈 3 内自由偏转。当固定线圈 3 通入电流 i_1 而可动线圈 4 通入电流 i_2 后，由于磁场相互作用产生偏转力矩，游丝产生反作用力矩。当二力矩平衡时，指针的偏转角度与 i_1 、 i_2 的有效值及二电流相位差的余弦值成正比。功率表就是利用这一特性制成的。

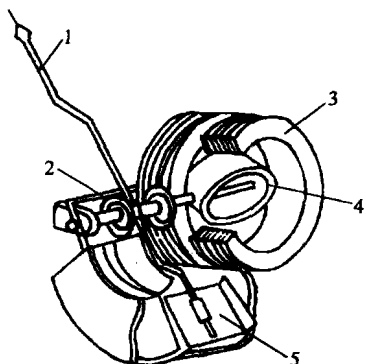


图 1-3 电动式仪表结构图

1—指针；2—游丝；3—固定线圈；
4—可动线圈；5—空气阻尼器

三、数字式万用表

广泛采用新技术与新工艺并由大规模集成电路构成的数字仪表是近十几年来发展起来的一种新型仪表，它具有测量精度高、灵敏度高、速度快及数字显示等特点。进入 20 世纪 80 年代后，随着单片 CMOS A/D 转换器的广泛使用，新型袖珍式数字万用表也迅速得到普及，尤其现代汽车电器普遍应用微机作中央控制系统，因此，除在测试过程中特殊指明者外，不能用指针式欧姆表测试微机和传感器，以免微机或传感器受损。通常应使用高阻抗的数字式万用表（内阻在 $10M\Omega$ 以上）。

1. 数字式万用表的特点

① 数字式万用表由功能选择开关把各种输入信号分别通过相应的功能变换，变成直流电压，再经 A/D 转换器直接用数字显示被测量的大小，其分辨率大大提高。

② 数字式万用表电压挡的内阻比普通万用表高得多，因而精度高、功耗小。数字式万用表具有比较完善的过流、过压保护电路，过载能力强。

③ 数字式万用表插入“+”插孔的红表笔在测电阻挡时是高电位端，这一点与普通万用表完全相反，在使用中必须注意。

数字式万用表的显示位数一般为 4~8 位，若最高位不能显示 0~9 的所有数字，即称作“半位”，写成“1/2”位。例如，袖珍式数字万用表共有 4 个显示单元，习惯上叫三位半数字万用表。由于采用了数显技术，使测量结果一目了然。

3½ 位袖珍式数字万用表与指针式万用表的主要性能比较见表 1-3。



表 1-3 3½位袖珍式数字万用表与指针式万用表性能比较

3½位袖珍式数字万用表	指针式万用表
①数字显示,读数直观,没有视差	表针指示,读数不方便且有误差
②测量准确度高,分辨率100μV	准确度低,灵敏度为100mV至几百毫伏
③各电压挡的输入电阻均为10MΩ,但各挡电压灵敏度不等,如200mV挡为50MΩ/V,而1000V挡为10kΩ/V	各电压挡输入电阻不等,量程越高,输入电阻越大,500V挡一般为几兆欧,各挡电压灵敏度基本相等,通常为4~20kΩ/V,直流电压挡的灵敏度较高
④采用大规模集成电路,外围电路简单,液晶显示	采用分立元件和磁电式表头
⑤测量范围广,功能全,能自动调零,操作简单	一般只能测量电流、电压、电阻,需要调机械零点,测量电阻时还要调Ω零点
⑥保护电路较完善,过载能力强,使用故障率低	只有简单的保护电路,过载能力差,易损坏
⑦测量速度快,一般为2.5~3次/s	测量速度慢,测量时间(不包括读数时间)需一至几秒
⑧抗干扰能力强	抗干扰能力差
⑨省电,整机耗电一般为10~30mW(液晶显示)	电阻挡耗电较大,但在电压挡和电流挡均不耗电
⑩不能反映被测电量的连续变化	能反映变化过程 and 变化趋势
⑪体积很小,通常为袖珍式	体积较大,通常为便携式
⑫价格偏高	价格较低
⑬交流电压挡采用线性整流电路	采用二极管作非线性整流

下面以 DT-890 型数字万用表为例,来说明数字万用表的性能和使用方法。

2. DT-890 型数字万用表外形结构

DT-890 型数字万用表的面板如图 1-4 所示,该表前后面板主要包括:液晶显示器;电源开关;量程选择开关;h_{FE}插口;输入插孔及在后盖板下的电池盒。

液晶显示器采用 FE 型大字号 LCD 显示器,最大显示值为 1999 或 -1999,仪表具有自动调零和自动显示极性功能,即如果被测电压或电流的极性错了,不必改换表笔接线,而在显示值面前出现负号“-”,也就是说此时红表笔指低电位,黑表笔接高电位。

当叠层电池的电压低于 7V 时,显示屏的左上方显示低电压指示符号“LO BAT”,超量程时显示“1”或“-1”,小数点由量程开关进行同步控制,使小数点左移或右移。

电源开关右侧注有“OFF”(关)和“ON”(开)字样,将开关按下接通电源,即可使用仪表,测量完毕再按开关,使其恢复到原位(即“OFF”状态)以免空耗电池。

量程开关为 30 个基本挡和两个附加挡,其中蜂鸣器和二极管测量为公用挡,

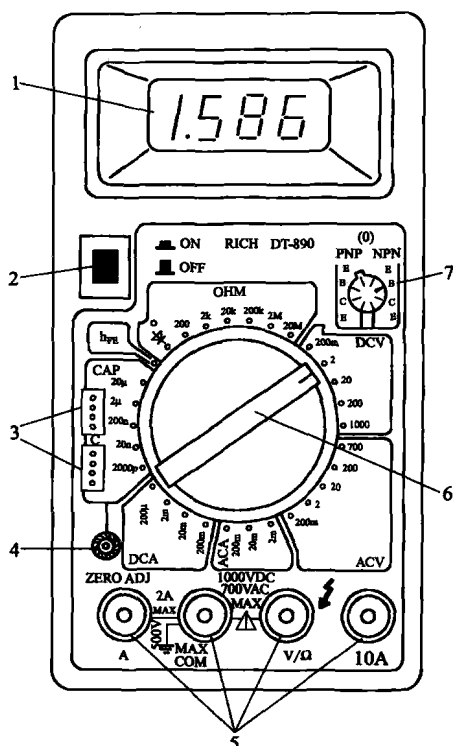


图 1-4 DT-890 型数字万用表面板图

- 1—LCD 显示器；2—电源开关；3—电容插孔；
4—测电容零点调节器；5—输入插孔；
6—量程选择开关；7— h_{FE} 测试插孔

h_{FE} （晶体管放大倍数）采用八芯插座，分 PNP 和 NPN 两组。

压电陶瓷蜂鸣片装在电池盒下面，当被检查的线路接通时，能同时发出声、光指示，面板上的半导体发光二极管发出红光。

输入插孔共有 4 个，分别标有“10A”、“A”、“V/Ω”和“COM”，在“V/Ω”与“COM”之间标有“MAX 700VAC, 1000VDC”的字样，表示从这两个孔输入的交流电压不超过 700V（有效值），直流电压不得超过 1000V，即测量电压、电阻时表笔插入此两插孔。测电阻时插入“V/Ω”插孔表笔为电源高压端；插入“COM”端插孔的表笔为电源负端。测直流电压时，当“V/Ω”插孔引出的红表笔接被测端高电位时，显示测量数字为正，反之为负，另外在“A”与“COM”之间标有“MAX 2A”，表示输入的交、直流电流最大不超过 2A，若超过 2A 小于 10A 时，可用“10A”与“COM”两插孔。

仪表背面有电池盒盖板，可按指定方向拉出活动抽板，即可更换电池。为检修

方便，表内装 0.2A 快速熔丝管。

3. DT-890 型数字万用表主要技术特性

(1) 基本挡 (30 个)

DCV（直流电压测量）：200mV、2V、20V、200V、1000V

ACV（交流电压测量）：200mV、2V、20V、200V、700V

DCA（直流电流测量）：200μA、2mA、20mA、200mA

ACA（交流电流测量）：2mA、20mA、200mA

Ω：200Ω、2kΩ、20kΩ、200kΩ、2MΩ、20MΩ

C：2000pF、20nF、200nF、2μF、20μF

检查二极管及线路通断（蜂鸣器）

h_{FE} 测量

(2) 附加挡 (2 个)



DCA: 10A

ACA: 10A

DT-890 采用 9V 叠层电池供电, 整机功耗 30~40mW。

4. 测量操作步骤及注意事项

使用时, 将黑表笔插入“COM”插孔, 红表笔视测量不同参量, 可插入“V/ Ω ”或“A”及“10A”插孔, 按下 ON/OFF 开关, 如液晶显示屏左上角无“LOBAT”字样, 则意味着电池电压正常, 可进行测试。

直流电压及交流电压测试时, 当将量程开关转到相应测量范围时, 在没测量时, 显示屏显示 000, 在电流挡测试前, 显示也相同。而在电阻测试前, 即表笔开路时, 液晶屏显示“1”(在 1/2 位上)。

电容测量时, 将量程开关置 CAP 的相应挡位, 由于各电容挡都存在失调电压, 即没有电容时也会显示一些初始值, 因而测量前必须调整, “ZERO ADJ”(零点调节)旋钮, 使初始值为 000 或 -000, 然后再插上被测电容进行测量, 必须注意, 每次更换电容挡, 都要重新调零, 还应事先将被测电容短路放电, 以免造成仪表损坏或测量不准。

二极管及线路通断检测是用同一个挡位。测二极管时, 红表笔插入“V/ Ω ”孔, 接二极管正极, 黑表笔插入“COM”孔, 接二极管负极, 则测出数值为其正向压降。据此压降值可确定二极管为锗管(显示 0.150~0.300)还是硅管(显示 0.550~0.700), 并确定管脚之极性。当用来测线路通断时, 若被测两点间电阻小于 30 Ω 时, 则声、光同时指示。

将量程开关置 h_{FE} 挡, 按 PNP 或 NPN 管分类正确插入测试插座, 万用表即显示被测晶体管的 h_{FE} 值。

四、汽车专用数字式万用表

汽车专用的数字式万用表如图 1-5 所示; 主要技术参数见表 1-4。

特殊功能及使用方法如下。

1. 信号频率检测

将功能选择开关转至频率挡 (Freq), 公用搭铁插座 (COM) 的测试线搭铁, V Ω Hz 插座的测试线接被测的信号线, 此时在显示器上即可读取被测信号的频率。

2. 温度检测

将功能选择开关置于温度挡 (Temp), 把温度探针插入温度检测插座, 按动测量温度选择钮 $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$, 再把温度探针接触被测物体的表面, 显示器即显示出所测的温度。

3. 闭合角检测

将功能选择开关转至相应发动机汽缸的闭合角测量位置 (Dwell), 公用搭铁插座 (COM) 的测试线搭铁, V Ω Hz 插座的测试线接点火线圈“-”接线柱, 在发动机运转时显示器即能显示出点火线圈初级电流增长的时间 (即导通角)。

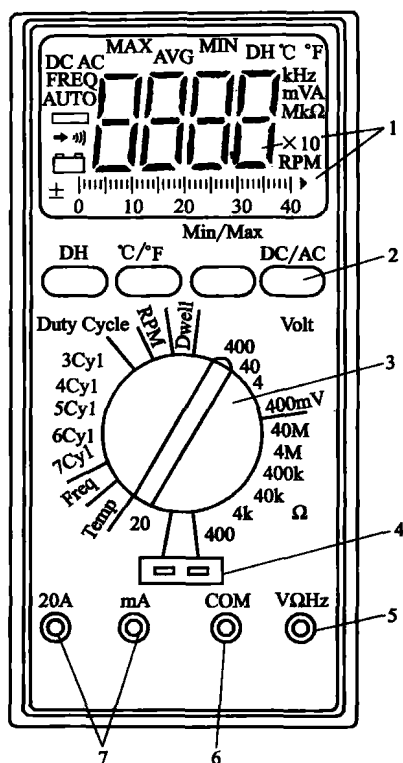


图 1-5 汽车专用数字式万用表

- 1—四位数字及模拟量（棒形图）显示器；2—功能按钮；3—功能选择开关；
4—测量温度插座；5—测量电压、电阻、频率、闭合角、频宽比（占空比）
及转速公用插座；6—公共接地插座；7—测量电流插座

表 1-4 汽车专用数字式万用表主要技术参数

主要功能	技术参数
直流电压	400mV~400V(±0.5%),1000V(±1%)
直流电流	400mA(±1%),20A(±2%)
交流电压	400mV~400V(±1.2%),750V(±1.5%)
交流电流	400mA(±1.5%),20A(±2.5%)
电阻	400Ω(±1%),4kΩ~4MΩ(±1%),40MΩ(±2%)
频率	4kHz~4MHz(±0.05%),最小输入频率 10Hz
音频	电路通、断音频信号测试
二极管的检测	—
温度的检测	-18~300℃(±3%),110~301℃(±3%)
转速	150~3999r/min(±0.3%),4000~10000r/min(±0.6%)
闭合角	(±0.5°)
频宽比	(±0.2%)

注：括号内为测量误差。