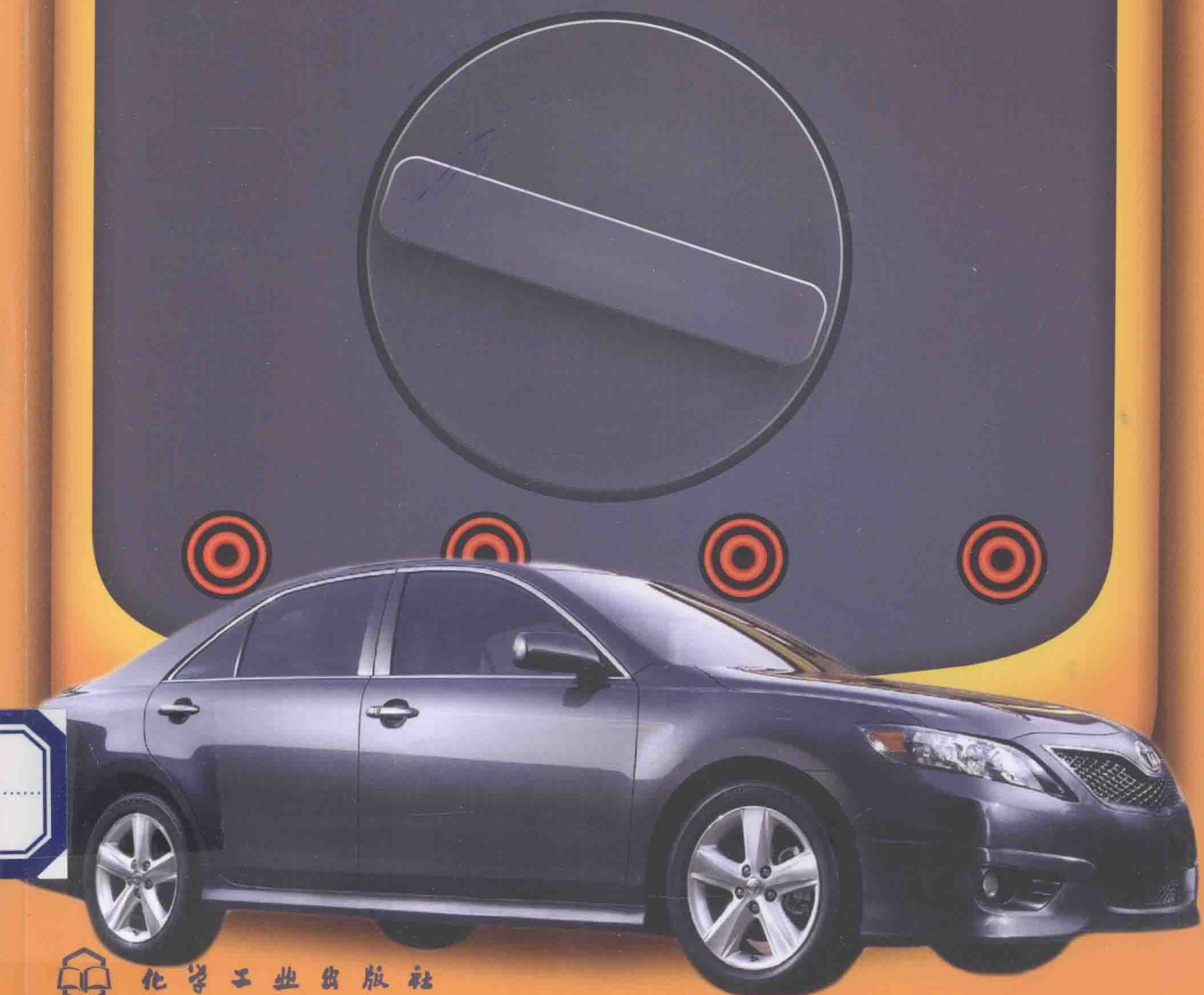


QICHE WANYONGBIAO JIANCE

CONG RUMEN DAO JINGTONG

汽车万用表检测 从入门到精通

林瑞玉 主 编
吴文琳 副主编



化学工业出版社

QICHE WANYONGBIAO JIANCE CONGRUMEN DAO JINGTONG

汽车万用表检测 从入门到精通

林瑞玉 主 编
吴文琳 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书从汽车维修工作的实际出发,在介绍了汽车万用表检测汽车电控系统基本知识的基础上,详细讲解了汽车电控系统的传感器、执行器和电控单元的万用表检测方法。全书共分六章,内容包括:汽车万用表检测的基本知识、汽车发动机电控系统传感器的万用表检测、汽车发动机电控系统执行器的万用表检测、汽车底盘车身电控系统传感器的万用表检测、汽车底盘车身电控系统执行器的万用表检测和汽车电控系统电控单元的万用表检测等。书中对每一种汽车万用表的检测方法都给出了具体车型示例,便于读者查阅。

本书内容丰富、图文并茂、实用性强、力求通俗易懂、注重解决实际问题,具有较强的可操作性。

本书可供从事汽车维修和管理的工程技术人员以及汽车电工、修理工和驾驶员学习使用,也可作为大中专院校相关专业师生阅读和培训学校的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车万用表检测从入门到精通/林瑞玉主编.

北京:化学工业出版社,2013.12

ISBN 978-7-122-18630-0

I. ①汽… II. ①林… III. ①汽车-复用电表-检测
IV. ①U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 240638 号

责任编辑:辛 田

文字编辑:冯国庆

责任校对:陶燕华

装帧设计:尹琳琳

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:北京永鑫印刷有限责任公司

装 订:三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张15¼ 字数320千字 2014年1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:48.00元

版权所有 违者必究



FOREWORD 前言

随着汽车工业的迅速发展，现代汽车的车型和性能都在不断改进，汽车技术日新月异，特别是电子技术的广泛应用，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提出了更高的要求。

由于电控汽车结构复杂，故障千奇百怪，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，而不是具体的某一故障的部件或部位。只有通过万用表检测，才能找出故障的准确部位。当汽车发生故障时，对电控单元、传感器和执行器的检测，是维修工作的基础和关键。为了满足广大汽车维修人员的迫切要求，我们编写了这本书。

本书从汽车维修工作的实际出发，在介绍了汽车万用表检测汽车电控系统基本知识的基础上，详细讲解了汽车电控系统的传感器、执行器和电控单元的万用表检测方法。全书共分六章，内容包括：汽车万用表检测的基本知识、汽车发动机电控系统传感器的万用表检测、汽车发动机电控系统执行器的万用表检测、汽车底盘车身电控系统传感器的万用表检测、汽车底盘车身电控系统执行器的万用表检测和汽车电控系统电控单元的万用表检测。书中对每一种的检测方法都给出了具体车型示例，便于读者查阅。

本书内容丰富、图文并茂、力求通俗易懂、注重解决实际问题、实用性强，具有较强的可操作性。本书可供从事汽车维修及管理的工程技术人员以及汽车电工、修理工和驾驶员学习使用，也可作为大中专院校相关专业师生阅读和培训学校的参考教材。

本书由林瑞玉主编、吴文琳副主编，参加编写的还有：林国洪、林清国、陈玉山、许宜静、刘燕青、吴荔城、邱宗许、傅瑞聪、陈瑞青、黄国良、施先柏、杨向阳、林莆杨、林春霞、王元等。

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 CONTENTS ▶▶

第 一 章 汽车万用表检测的基本知识

第一节 万用表的结构与类型·····	1	三、数字式万用表使用与注意	
一、万用表的分类·····	1	事项·····	9
二、万用表的结构和功能·····	2	第三节 万用表在故障自诊断系统中的	
第二节 万用表的选用与使用·····	3	应用·····	21
一、万用表的选用·····	4	一、自诊断系统的类型·····	21
二、指针式万用表的使用与注意		二、利用万用表读取故障码·····	22
事项·····	6		

第 二 章 汽车发动机电控系统传感器的万用表检测

第一节 温度传感器·····	24	二、电容式进气歧管压力传感器·····	47
一、冷却液温度传感器·····	24	三、真空膜盒式进气压力传感器·····	48
二、进气温度传感器·····	27	四、压电式爆震传感器·····	49
三、排气温度传感器·····	30	五、共振型磁致伸缩式爆燃传感器·····	52
四、废气再循环系统监测温度传		六、火花塞座金属垫型爆燃传感器·····	53
感器·····	31	七、大气压力传感器·····	54
五、燃油温度传感器·····	32	八、机油压力开关·····	55
六、热敏铁氧体温度传感器·····	33	九、发动机机油压力传感器·····	56
第二节 空气流量传感器·····	34	十、涡轮增压压力传感器·····	56
一、翼片式空气流量传感器·····	34	十一、共轨压力传感器·····	59
二、卡曼涡流式空气流量传感器·····	37	十二、燃油压力传感器·····	61
三、热线式与热膜式空气流量传		第四节 位置传感器·····	62
感器·····	39	一、曲轴位置传感器·····	62
四、量芯式空气流量传感器·····	44	二、凸轮轴位置传感器·····	67
第三节 压力传感器·····	45	三、节气门位置传感器·····	71
一、半导体压敏电阻式进气压力传		四、加速踏板位置传感器·····	75
感器·····	45	五、齿杆位置传感器·····	80

六、启动信号和空挡启动开关信号	81	第七节 其他传感器	94
七、EGR 位置传感器	82	一、燃油含水率传感器	94
第五节 发动机转速传感器	84	二、光电式燃油流量传感器	95
一、舌簧开关式发动机转速传感器	84	三、喷油器针阀升程传感器	95
二、电磁型感应式发动机转速传感器	85	四、电容式液位传感器	96
三、柴油发动机用转速传感器	85	五、电热式液位传感器	98
第六节 气体浓度传感器	86	六、电极式液位传感器	98
一、氧传感器	87	七、半导体型液位传感器	99
二、可变电阻型传感器	90	八、浮子舌簧开关式液位传感器	100
三、稀薄混合气传感器	91	九、浮子可变电阻式液位传感器	101
四、全范围空燃比传感器	92	十、热敏电阻式液位传感器	102
五、柴油机烟度传感器	93	十一、液流环位置传感器	103

第 ③ 章 汽车发动机电控系统执行器的万用表检测

一、电动燃油泵及其控制系统	104	五、排放控制系统	113
二、继电器	107	六、电子点火电路	116
三、燃油压力调节器	108	七、节气门开度控制装置	118
四、电磁喷油器	109		

第 ④ 章 汽车底盘车身电控系统传感器的万用表检测

第一节 热敏电阻式温度传感器	120	二、防滑制动系统 (ABS/TRAC)	
一、车内、外空气温度传感器	120	主、副节气门位置传感器	130
二、空调蒸发器出口温度传感器	122	三、霍尔式车辆高度传感器	132
三、液压油温度传感器	124	四、光电式车辆高度传感器	132
第二节 压力传感器	125	五、转向角度传感器	133
一、空调制冷剂压力传感器	125	第四节 车速传感器	137
二、空调压力开关	125	一、可变磁阻式车速传感器	137
三、制动油压力传感器	126	二、光电式车速传感器	140
四、蓄压器压力传感器	127	三、电磁感应式车速传感器	140
第三节 位置传感器	128	四、舌簧开关式车速传感器	142
一、自动变速器控制系统节气门位置传感器	128	五、霍尔式车速传感器	143
		第五节 轮速传感器	145

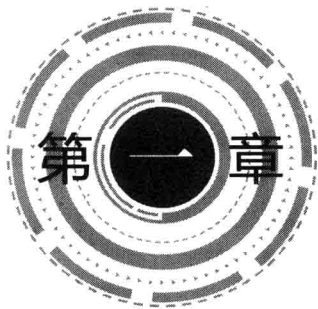
一、电磁感应式轮速传感器·····	145	二、检测碰撞传感器的注意事项与 方法·····	165
二、霍尔效应式轮速传感器·····	149	第九节 其他传感器·····	167
三、励磁式轮速传感器·····	151	一、静电式冷媒流量传感器·····	167
四、磁阻式轮速传感器·····	151	二、光量传感器·····	168
第六节 加速度与减速度传感器·····	153	三、湿度传感器·····	171
一、光电式减速度传感器·····	153	四、烟尘浓度传感器·····	172
二、水银式减速度传感器·····	154	五、电流检测用传感器·····	175
三、差动变压器式减速度传感器·····	154	六、存储式反射镜用传感器·····	178
四、压电式减速度传感器·····	155	七、超声波距离传感器与激光传 感器·····	179
五、压阻式减速度传感器·····	155	八、雨滴传感器·····	183
六、开关式加速度传感器·····	157	九、空调压缩机锁定传感器·····	187
第七节 横摆角速度传感器与组合传 感器·····	157	十、汽车导航传感器·····	187
一、横摆角速度传感器·····	157	十一、制动器摩擦片磨损检测传 感器·····	188
二、组合传感器·····	158	十二、乘员位置传感器·····	189
第八节 碰撞传感器·····	161		
一、碰撞传感器的结构·····	162		

第 五 章 汽车底盘车身电控系统执行器的万用表检测

一、电控自动变速器执行元件·····	192	六、巡航控制系统执行元件·····	199
二、防抱死制动压力调节器·····	194	七、车门窗控制执行元件·····	202
三、防滑转 (ASR) 执行元件 ·····	195	八、驾驶位置记忆系统执行元件·····	203
四、电子控制悬架系统执行元件·····	197	九、灯光自动控制执行元件·····	203
五、动力转向执行元件·····	198		

第 六 章 汽车电控系统电控单元的万用表检测

第一节 汽车电控系统电控单元的 功能与基本组成·····	205	一、万用表检测电控单元注意事项 ···	209
一、电控单元的基本功能·····	205	二、检测方法·····	210
二、电控单元的组成·····	205	第三节 电控系统万用表检测实例·····	211
三、电控单元的电源电路·····	208	一、桑塔纳 3000 型轿车电控系统的 万用表检测·····	211
第二节 电控单元万用表检测的项 目及方法·····	209	二、康明斯 ISC 高压共轨柴油车电 控系统的检测·····	226



汽车万用表检测的基本知识

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（含汽车专用万用表）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，还能准确进行电容容量和小电阻值的测量。

指针式万用表是利用指针的偏转直接读出测量数值，其结构简单，使用方便。常见的指针式万用表有 500 型、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，具有测量准确度高、测量范围宽、分辨率高、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。常见的数字式万用表有 DT890、DT890D、DT830、DT9101、DT9102、DT9103 等。袖珍数字万用表的外形如图 1-1 所示。

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 $10\text{M}\Omega/\text{V}$ （表示测试电压为刻度盘上最大值时的仪表内电阻值）] 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。

汽车专用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 OTC 系列、EDA 系列、VC400 型和 KM300 型等。KM300 型汽车万用表为美国艾克强汽车测试设备制造公司产品，其外形如图 1-2 所示。

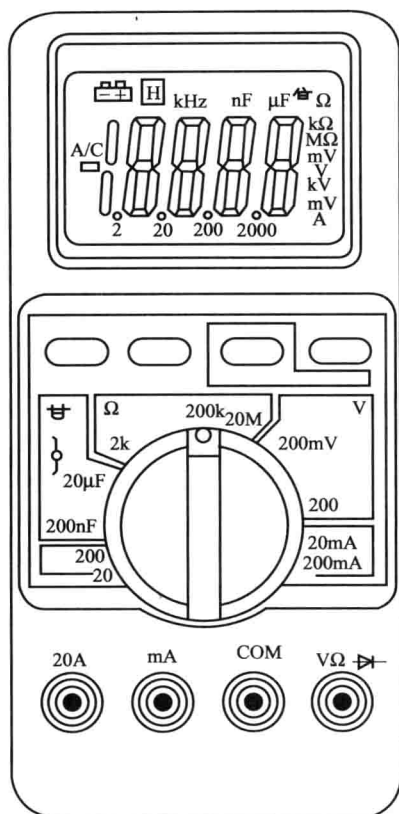


图 1-1 袖珍数字万用表的外形

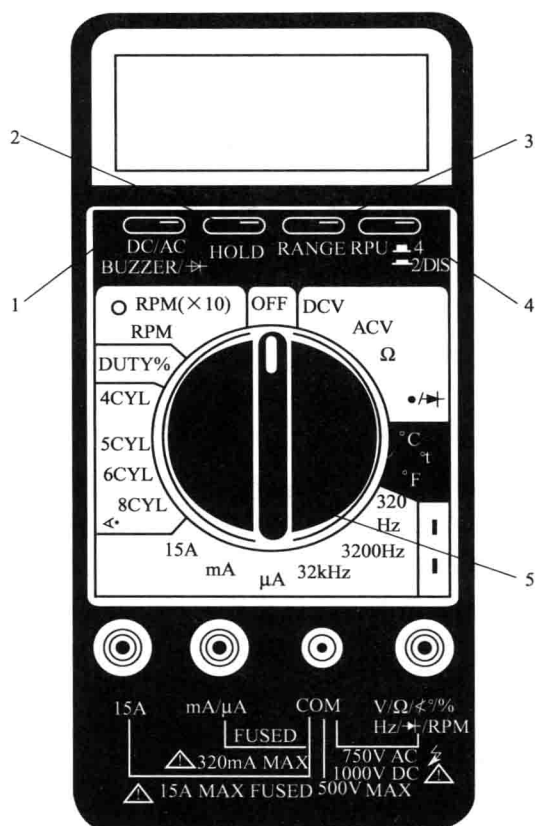


图 1-2 KM300 型汽车万用表的外形

1—“直流/交流”按钮；2—“保持”按钮；3—“量程”选择按钮；4—“转速”选择按钮；5—选择开关

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。

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。它是将测试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. 汽车专用万用表

汽车专用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。

多功能汽车专用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（例如测量温度、转速），汽车专用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专用万用表。汽车专用万用表一般应具备以下功能。

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，汽车万用表应能测量大于 40V 的电压值，但测量范围也不能过大，否则读数的精度下降。

② 测量电阻。汽车万用表应能测量 $1\text{M}\Omega$ 的电阻，测量范围大一些使用起来较方便。

③ 测量电流。汽车万用表应能测量大于 10A 的电流，测量范围再小则使用不方便。

④ 记忆最大值和最小值。该功能用于检查某电路的瞬间故障。

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接通角。该功能用于检测喷油器、发动机怠速稳定控制阀、EGR 电磁阀及点火系统的工作状况。

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 测量传感器输出电信号频率。

⑩ 测量二极管的性能。

⑪ 测量大电流。配置温度传感器（霍尔式电流传感器）后，可以测量大电流。

⑫ 测量温度。配置温度传感器后，可以检测冷却水温度、尾气温度和进气温度等。

目前国内生产的汽车万用表，如胜利-98、笛威 TVAY9206、TWAY9406A 和 EDA-230 等型号，都具有上述功能。有些汽车万用表，除了具有上述基本功能外，还有一些扩展功能。例如，EDA-230 型汽车万用表在配用真空/压力转换器（附件）时，可以测量压力和真空度，并且它还具有背光显示功能，使显示数据在光线较暗时也能被看清楚。

又如博安 8901B 汽车万用表，除具有汽车万用表功能外，还可检测喷油时间（ms）、温度（K）、占空比（%）、电容（F）、频率（Hz）、汽车传感器信号模拟、汽车执行器驱动。可驱动喷油器、发动机怠速阀、调压阀、点火模块、点火线圈和电子里程表等。

第二节 万用表的选用与使用

由于指针式万用表和数字式万用表在结构及原理上的不同，决定了它们在性能上各有差异，因此在实际的维修过程中，要根据实际需要合理使用不同类型的万用表。

1. 在进行以下检测时，使用数字式万用表比较好

① 在线测量电压时，选用的万用表内阻越高越好，这样对电路的影响就越小，因此数



字式万用表为首选，对于精度要求较高的测量尤其如此。

② 测量小阻值电阻时宜用数字式万用表，因为数字式万用表的输入阻抗很高，对输入信号无衰减作用。当被测量电阻阻值较大时，指针式万用表也完全能胜任，但对精度要求较高的电阻，则只能使用数字式万用表。

③ 要准确地测量电容器的容量，则只能使用数字式万用表。用指针式万用表电阻挡测量电容器的容量时，只能靠经验或对比粗略地判断其容量，对几百皮法以下的电容，指针式万用表在 $R \times 10k$ 挡时也毫无反应，对 $2000pF$ 以上的电容器，也只能用万用表的 $R \times 10k$ 挡进行测量，通过指针的摆动来判断电容器容量的有无。在测试电容器的耐压或软击穿情况时，指针式万用表 $R \times 10k$ 挡内电池电压较高，接近有些电容器的工作条件，容易损坏电容器。

2. 在进行以下检测时，使用指针式万用表比较好

① 要判断电容器是否漏电，使用指针式万用表比较方便。

② 数字式万用表测试一些连续变化的电量和过程，不如指针式万用表方便直观。如测量电容器的充、放电过程以及热敏电阻、光敏二极管等。

③ 两种万用表都能测试二极管和三极管。数字式万用表能够准确地测出它们 PN 结的压降，也能够较准确地测量出小功率三极管的 h_{FE} 值。但估测二极管、三极管的耐压和穿透电流时宜用普通指针式万用表。测量发光二极管时，使用数字式万用表既能判断其好坏，又能够判断其正、负极。

④ 用电阻法测量集成块和厚膜电路时宜用指针式万用表。

指针式万用表和数字式万用表各有优势，不能相互代替。在维修的过程中，要注意取长补短，配合使用。

数字式万用表与指针式万用表的不同点：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。

一、万用表的选用

1. 指针式万用表的选用

指针式万用表是一种多用途、多量程的仪表，使用非常方便，故应用极其广泛，一般的指针式万用表可用来测量直流电流、直流电压、交流电压、电阻等。有的万用表还可用来测量交流电流、电容、电感以及对晶体管的检测。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： $\times 1 \sim 10 \sim 100 \sim 1k \sim 10k\Omega$ 电阻挡， $0 \sim 2.5 \sim 10 \sim 50 \sim 250 \sim 500V$ 直流电压挡， $0 \sim 10 \sim 50 \sim 250 \sim 500V$ 交流电压挡， $0 \sim 50\mu A \sim 1 \sim 10 \sim 100 \sim 500mA$ 直流电流挡，而数字式万用表量程更大，量程更多。

指针式万用表上常用的外文字母含义见表 1-1，供使用万用表时参考。

表 1-1 指针式万用表上常用的外文字母含义

外文字母 (单词或语句)	中文含义	量程符号	量程	用途	备注
DC	直流	DCV	直流电压	直流电压测量	用 V 或 V—表示
		DCA	直流电流	直流电流测量	用 A 或 A—表示
AC	交流	ACV	交流电压	交流电压测量	用 V 或 V~表示
		ACA	交流电流	交流电流测量	用 A 或 A~表示



续表

外文字母 (单词或语句)	中文含义	量程符号	量程	用途	备注
OHM(OHMS)	欧姆	OHM (OHMS)	欧姆	元器件值测量	用 Ω 或 R 表示
BATT	电池	BATT	用以检查表内电池电压(容量)		国产 7050、7001、7002、7004、7005、7004、7005、7007、M1015B 等指针万用表设此量程
COOD	好、好的	是 BATT 量程的刻度标示。如指针指示在 GOOD 标示范围之内,表明表内电池容量充足;如指针指示在 BDA 标示范围之内,表明表内电池容量不足,应更换			
BAD	坏、坏的				
BDI	调节、校准	—	—	—	标尺在欧姆零位调节旋钮旁
OFF	关、关机	OFF	关机	有些指针式表设有此挡,当量程开关拨至此挡时,就将表头动圈短路,增大阻尼,以防振动,损坏表头	
MDOEL	型号	仪表型号			—
HEF	晶体二极管直流电流放大倍数测量插孔与挡位				—
DIOOE PROTECTION	测量机构保护				—
MADE IN CHINA	中国制造				—

挑选指针式万用表时应注意以下几个方面的问题。

(1) 准确度 根据我国标准规定,准确度等级分为七级,即 0.1、0.2、0.5、1.0、1.5、2.5、5.0。仪表的准确度等级越高,测量结果就越准确,但价格也就越高。因此,选用万用表时,应根据测量精度的要求,选用准确度合适的万用表,以保证测量误差限定在允许的范围内。

(2) 受外界因素影响要小 当外界因素,如温度、外磁场的变化,超过万用表规定的条件时,万用表指示值变化越小越好。

(3) 灵敏度 灵敏度是指该仪表对被测微小变量的显示程度或对微小变量的测量能力。万用表的灵敏度通常以指针偏转满度时所需的电流值(满度电流)来表示。满度电流越小,则单位电流所引起指针偏转角就越大,其灵敏度就越高。

具有较高的灵敏度,对于各项精密测量是十分必要的。选用万用表时,尤其应注意到这一点。

(4) 具有良好的阻尼性能 当仪表进行测量时,指针在偏转过程中会由于惯性的影响,而不能迅速停止在指示位置上,指针在指示位置左右摆动会给测量带来影响。这就要求仪表可动部分,在测量中能迅速停止在稳定偏转位置上,即可动部分停在平衡位置所要求的时间越短越好。

(5) 应具有一定的过载能力 外加电压、电流的数值超过仪表的额定数值时,称为仪表的过载,除某些特殊仪表外,一般仪表都应能承受短时间的过载能力。挑选万用表时,也应注意到这一点。

2. 数字式万用表的选用

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)。



为了满足汽车各种功能参数测量的需要,所选择的汽车数字式万用表除了要具有电压、电阻、电流、二极管性能、电路通断(利用蜂鸣器挡)检测基本功能、自动关机、低电压显示、超量程(过载)显示、自动显示测量种类、自动显示极性等功能外,还要具有发动机转速、断电器触点闭合角、频率、占空比、温度、压力等检测功能。选择的汽车数字式万用表各功能挡的具体要求说明见表 1-2,供选择时参考。

表 1-2 选择的汽车数字式万用表各功能挡的具体要求说明

序号	测 量 功 能	具体要求说明
1	电阻测量	选择的汽车数字式万用表要能够测量 $2\text{M}\Omega$ 左右的电阻,测量范围尽量大一些
2	电流测量	选择的汽车数字式万用表要能够测量大于 10A 的电流,测量范围尽量大一些
3	交、直流电压测量	选择的汽车数字式万用表要能够测量大于 48V 以上的电压,但应控制测量范围不要太大,以防测量精度降低
4	转速、输出脉冲信号的测量	选择的汽车数字式万用表要具有转速、输出脉冲信号测量功能,以方便对无分电器点火系统故障进行测量
5	占空比、闭合角测量	选择的汽车数字式万用表要具有占空比(频宽比)、闭合角测量功能,以方便对脉冲波形的占空比、点火线圈一次侧电流的闭合角进行测量
6	最大值、最小值记忆	选择的汽车数字式万用表要具有最大值、最小值记忆功能,用于对电路的瞬间不良故障进行检查
7	模拟条显示功能	选择的汽车数字式万用表要具有模拟条显示功能,用于观测连续变化的数据
8	温度测量	选择的汽车数字式万用表应具有温度测量功能,以便于与温度传感器配合来对冷却水温度、进气温度、汽车尾气温度等进行测量
9	频率测量	选择的汽车数字式万用表应具有频率测量功能,以便于测量各种传感器输出信号的频率
10	压力测量	选择的汽车数字式万用表应具有扩展压力测量功能(例如 EDA-230 型汽车数字式万用表等),以便于和真空/压力转换器配合来对气压、真空度等进行测量

二、指针式万用表的使用与注意事项

现以 500 型万用表为例介绍指针式万用表的使用与注意事项。

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、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。

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。

1. 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构的影响，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，黑表笔所接的一端为负极，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较换算。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。量程的选择和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，将两个表笔串接在电路中，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个表笔与电路的接触应保持良好的，切勿将两个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与待测电阻值相应的量程，先将两个表笔短路，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 $100\mu\text{F}$ 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“dB”内，黑表笔插入“*”内，左边和右边的转换开关旋至交流电压挡及其对应量程上，将两个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。

2. 指针式万用表使用注意事项

(1) 要全面了解万用表的性能 在使用万用表之前，必须详细阅读使用说明书，了解每条刻度线所对应的量程，熟悉各转换开关、旋钮、测量插孔、专用插座的作用。

万用表有水平放置和竖直放置之别，不按规定的要求放置，会引起倾斜误差。按规定的要求放置后，当指针不在机械零点时，应调整表头下方的机械调零旋钮，使指针回零以消除零点误差。另外，在使用内装运算放大器的万用表之前，如 MF101，需分别进行机械调零和放大器调零，使用欧姆挡时还要调整欧姆零点。

(2) 测量前应注意的事项 首先要确定要测什么和怎样测，然后正确选择测量项目和量程。如果不能估计被测对象的大小，应将量程转换开关旋至最大挡，不合适再依次递减，使指针在刻度线起始位的 $20\% \sim 80\%$ 范围内即可。在每一次拿起表笔准备测量时，务必再核对一下测量项目及量程开关是否合适，使用专用插座时要注意选择正确，以免烧坏万用表。

(3) 测量电压应注意的事项 测量电压时应将两表笔并联在被测电路的两端，测量直流电压时应注意电压的正、负极性。如果不知道极性，应将量程旋至较大挡，迅速检测一下，如果指针向左偏转，说明极性接反，应该将红、黑表笔调换（在这种情况下，如果有数字式万用表的话最好使用数字式万用表）。

当被测电压高于几百伏时必须注意安全，要养成单手操作的习惯。事先把一个表笔固定在被测电路的公共端，用另一个表笔去碰触测试点。要保持精力集中，避免触电。测量 1000V 以上的高压时，应把插头插牢，避免因插头接触不良而造成打火，或因插头脱落而引起意外事故。测量显像管上的高压电时，要使用高压探头，确保安全。高压探头有直流和交流之分，其内部均有电压衰减器，可将被测电压衰减 10 倍或 100 倍，高压探头的顶部均带有弯钩或鳄鱼夹，以便于固定。严禁在测较高电压时转动量程开关，以免产生电弧，烧坏转换开关的触点。

如果误用直流电压挡去测交流电压，指针会不动或稍有摆动；如果用交流电压挡去测量直流电压，读数会偏高 1 倍。

电压挡的测量误差以满量程的百分数表示，因此在测量时应使指针具有最大限度的偏转，这样测量误差最小。

(4) 测量电流应注意的事项 在测量电流时，要与被测电路串联，切勿将两个表笔跨接在被测电路的两端，以防止万用表损坏。测量直流电流时应注意电流的正、负极性（极性的



判别以及量程的选择同直流电压挡的使用)。若负载电阻比较小,应尽量选择高量程挡,以降低内阻,减小对被测电路的影响。

(5) 测量电阻应注意的事项 测量电阻时要将两个表笔并接在电阻的两端,严禁在被测电路带电的情况下测量电阻,或用电阻挡去测量电源的内阻,这相当于接入一个外部电压,使测量结果不准确,而且极易损坏万用表。

每次更换欧姆挡时,均应重新调整欧姆零点。当 $R \times 1$ 挡不能调整到零点时,应立即更换电池,且要注意电池的极性,如果手头没有新电池可更换,应将测量值减去零点误差。由于电阻挡的刻度呈非线性,越靠近高阻端,刻度越密,读数误差也越大,因此,在测量的过程中,要正确选择量程,使得指针的偏转最好在中心值附近,这时误差最小。

用高阻挡测量大电阻时,不能用手捏住表笔的导电部分,以免对测量结果产生影响。

在使用的过程中,应尽可能避免两个表笔短路,以免空耗电池。

在用电阻挡测量电解电容器的性能时,要先放电再进行测量,以免烧坏表头。由于万用表 $R \times 10k$ 挡采用一节 1.5V 二号电池和一块 9V 层叠电池串联使用,因此不宜测量耐压很低的元器件,如耐压 6V 的小电解电容器。

测量二极管、三极管、稳压管时,首先要注意两个表笔的极性,黑表笔接内部电池的正极,红表笔接电池的负极,一旦两表笔的极性接反,测量结果会迥然不同;再者采用不同量程测量其等效电阻时,测量的结果也不同,这是因为非线性器件对不同的测试电流呈现出不同的等效电阻,是正常现象。

(6) 维护应注意的事项 万用表在使用完毕或在携带过程中,应将其量程开关拨至最高电压挡,防止下次使用时不慎损坏万用表。而有些万用表设置了相应的开关,如 500 型万用表,电表两个转换开关上各有一个“·”(早期的 500 型万用表只有右边的旋钮有“·”)。当右边的旋钮旋至此处时,表内电路呈开路状态,可以防止有人不会使用或粗心大意损坏万用表,用完后再把右边的旋钮旋至“·”处;当左边的旋钮旋至此处时,表头被短路,使得指针的阻尼作用得到加强,抗震能力得到提高,所以在携带或运输的时候,要把右边的旋钮旋至“·”处。也有些万用表设置了“OFF”开关,如 MF64 型,使用完毕后应将功能开关拨至此挡,使表头短路,起到防震保护作用。需要注意的是,带运算放大器的万用表,此“OFF”挡代表电源的开关。

万用表应在干燥、无震动、无强磁场以及适宜的温度和湿度环境下存放及使用。潮湿的环境容易使绝缘度降低,还会使元器件受潮而性能变劣;机械振动容易使表头中的磁钢退磁,导致灵敏度降低;在强磁场附近使用万用表会使测量误差增大;环境温度过高或过低,不仅会使整流管的正反向电阻发生变化,改变整流系数,还会影响表头灵敏度以及分压比和分流比,产生附加温度误差。

三、数字式万用表使用与注意事项

1. 常用的检测方法

(1) 测量电阻 将万用表开关转到电阻 (Ω) 挡的适当位置并校零后,即可测量电阻值。测试前应将被测电路的电源切断,然后将表笔接至被测电阻两端,如图 1-3 所示。

汽车上很多电气设备的技术状态可用检测其电阻值的方法来判断,可检查电气元件和线路的断路、短路等故障。检测时应注意以下两点。



① 不要用手触及元件裸露的两端（两支表笔的金属部分），以免人体电阻与被测电阻相并联，使测量结果不准确。

② 如果两笔短接、“ Ω ”调零旋钮旋至最大，指针仍达不到 0 位，这种现象常是由于表内电池电量不足造成的，应换上新电池方能准确测量。

注意：数字式万用表正表笔接的是万用表内部负极，负表笔接的是万用表内部正极。

（2）测量直流电压 将万用表开关转到直流电压（V）挡（选择合适的量程），将表笔并联于被测电路中（将测试表笔接至被测件两端），如图 1-4 所示。用测电压的方法可以检查电路上各点的电压（信号电压或电源电压）以及电气部件上的电压降。

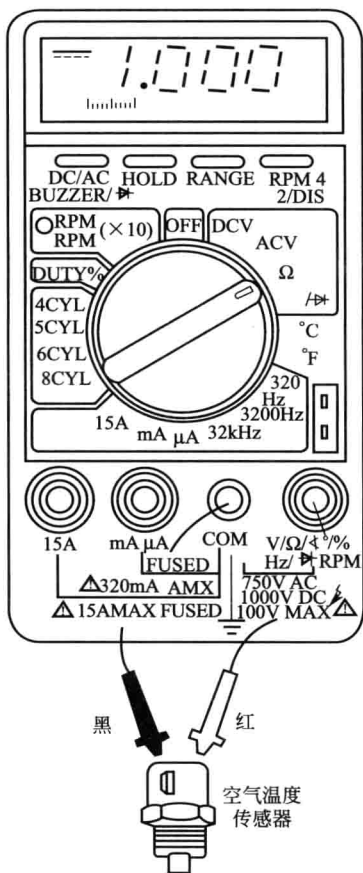


图 1-3 测量电阻

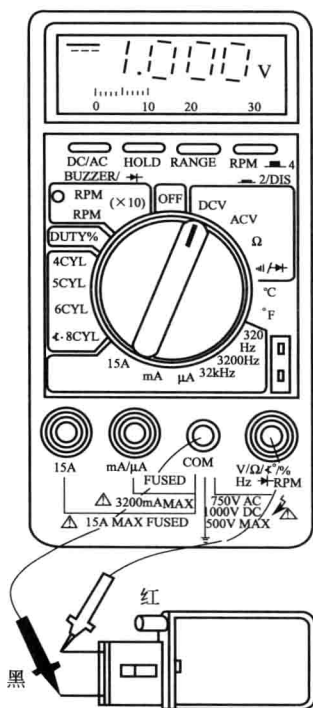


图 1-4 测量直流电压

测直流电压时，表笔要分清正极与负极；测量交流电压时，无正、负极之分。

注意：若转换开关在电流测试挡，千万不能将万用表与电路并联，因为电流挡电阻小，错接会使测试电路超负荷而损坏仪表。

（3）测试直流电流 将万用表串联于被测电路中，其红色（+）表笔接电流输入端、黑色（-）表笔接输出端，注意不能反接。将转换开关转到“电流”挡，并选择测试量程，为避免万用表超负荷，可选稍大点的量程，但也不能使量程过大，一般应使测试值达到全量程的 $1/2 \sim 3/4$ ，以减少测试误差，如图 1-5 所示。