



汽车电控系统 维修实用手册

董宏国 俞渭明 主编



QICHE DIANKONG XITONG WEIXIU SHIYONG SHOUCE



化学工业出版社



汽车电控系统 维修实用手册

董宏国 俞渭明 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

全书共分9章,简要介绍了常用的检测仪器和设备的使用方法;系统讲述了汽车电子控制系统故障诊断检修的基本方法;在详细介绍了汽车电控系统主要部件(传感器、执行器、电控单元)的结构、功用和检测方法的基础上,重点叙述了发动机电控系统、汽车底盘电控系统、汽车车身电控系统的组成及故障排除方法。另外,本书还详细介绍了美洲、日本、欧洲世界各主要车系的电控系统电路图的识读技巧,以提高读者的专业素质。

本书适合于汽车维修电工工作中使用、汽车修理工和汽车驾驶员阅读,也可供有关工程技术人员及大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车电控系统维修实用手册/董宏国,俞渭明主编. —北京:化学工业出版社,2013.10

ISBN 978-7-122-18392-7

I. ①汽… II. ①董…②俞… III. ①汽车-电子系统-控制系统-维修-技术手册 IV. ①U472.41-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第212234号

责任编辑:卢小林

责任校对:徐贞珍

文字编辑:张绪瑞

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 装:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张18 字数529千字

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:68.00元

版权所有 违者必究



前言

FOREWORD

汽车电子是汽车发展的灵魂，汽车电子化程度的高低已成为当今世界衡量汽车先进水平的重要标志。汽车电子控制单元已达几十个，极大提高了汽车的安全性、动力性、环保性、经济性、操稳性、可靠性和舒适性；同时也给汽车维修业带来了根本性的变革。为适应新形势的发展，广大汽车维修技术人员必须增加专业理论知识，提高维修实践技能，本书就是应此要求而编写的。

本书内容以实用为主，使读者从了解主要部件结构、原理到掌握每个部件检测方法，从检测主要部件的好坏到诊断排除系统故障。所选内容力求做到图文并茂，新颖实用，重点突出，通俗易懂。

全书共分9章，首先介绍了常用的检测仪器和设备的使用方法；随后系统讲述了汽车电子控制系统故障诊断检修的基本方法；在详细介绍了汽车电控系统主要部件（传感器、执行器、电控单元）的结构、功用和检测方法的基础上，重点叙述了发动机电控系统、汽车底盘电控系统、汽车车身电控系统的组成及故障排除方法。另外，本书还详细介绍了美洲、日本、欧洲各主要车系的电控系统电路图的识读技巧，以提高读者的实用技能。

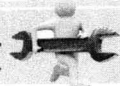
本书由董宏国、俞渭明主编，沙卫晓、刘旭刚、廖苓平、刘金华副主编，军事交通学院汽车工程系主任朱诗顺教授担任主审。参加编写的人员还有邵汉强、谢峰、程军伟、王超、汪志远、杜艾永、孟千惠、孙涛、李程、王建龙、刘佳鹏、王付明、赵春生、魏坤、江川、陈思胜、吴旭东等。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，恳请读者批评指正。

编 者

CONTENTS

目录



第1章 常用的检测仪器和设备的使用

1/

- 1.1 常用检测工具 1
- 1.2 常用的汽车电工仪表 4
- 1.3 汽车故障诊断仪 22

第2章 汽车电子控制系统的组成与故障诊断

37/

- 2.1 汽车电子控制系统的基本组成与分类 37
- 2.2 汽车故障自诊断系统 38
- 2.3 自诊断测试方法 41
- 2.4 数据流读取与分析 54
- 2.5 故障检测诊断程序与检修方法 59

第3章 传感器的结构与检测

67/

- 3.1 传感器结构与检测程序 67
- 3.2 温度传感器的检测 72
- 3.3 空气流量与压力传感器的检测 86
- 3.4 位置与速度传感器 114
- 3.5 气体浓度传感器的检测 153
- 3.6 爆燃与碰撞传感器的检测 175
- 3.7 车高传感器和转角传感器 190
- 3.8 其他传感器 200

第4章 执行器的结构与检测

213/

- 4.1 执行器的类型与检测程序 213
- 4.2 怠速控制阀的检测 215

4.3	电磁喷油器的检测	228
4.4	电动燃油泵的检测	234
4.5	点火系统的检测	246
4.6	其他执行器的检测	258

第5章 电控单元的结构与检测 271/

5.1	电控单元的功能与结构	271
5.2	电控单元的故障特点	280
5.3	电控单元的检测方法	284
5.4	电控单元检测项目与实例	290

第6章 发动机电控系统的组成与检修 306/

6.1	发动机电控系统的组成	306
6.2	发动机燃油喷射系统的类型	310
6.3	发动机电控系统数据流分析	315
6.4	发动机电控系统常见故障的检修方法	339

第7章 汽车底盘电控系统的组成与检修 354/

7.1	电子控制自动变速器	354
7.2	防抱死制动系统	379
7.3	电控悬架系统	409
7.4	行驶电子稳定系统	430

第8章 汽车车身电子控制系统的组成与检修 447/

8.1	电控仪表系统	447
8.2	自动空调系统	458
8.3	安全气囊系统	483
8.4	汽车电控防盗系统	500

第9章 汽车电控系统电路图的识读 530/

9.1	电子控制系统电路图的识读方法	530
9.2	丰田汽车公司电路图的识读方法	536

9.3	本田汽车公司电路图的识读方法	540
9.4	三菱汽车公司电路图的识读方法	542
9.5	马自达汽车公司电路图的识读方法	547
9.6	大众汽车公司电路图的识读方法	551
9.7	雪铁龙汽车公司电路图的识读方法	557
9.8	通用汽车公司电路图的识读方法	561
9.9	福特汽车公司电路图的识读方法	565

参考文献

570/



第1章

常用的检测仪器和设备的使用

1.1 常用检测工具

1.1.1 12V (或 24V) 测试灯

12V (或 24V) 测试灯由试灯、导线、各种型号端头组成 (如图 1-1 所示), 主要是用来检查系统电源电路是否给电气部件提供电源。

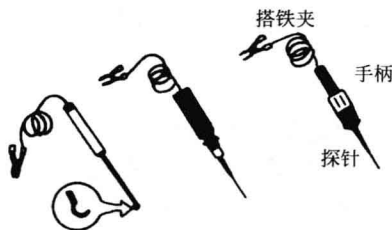


图 1-1 12V 测试灯

将 12V 测试灯一端搭铁, 另一端接电气部件电源接头。如灯亮, 说明电气部件的电源电路无故障; 如灯不亮, 再去接向电源方

向的第二个接线点，如灯亮，则故障在第一接点与第二接点之间，电路出现的是断路故障。如灯仍不亮，则再去接第三接点……，直到灯亮为止。且故障在最后被测接头与上一个被测接点间的电路上，大多为断路故障。

1.1.2 自带电源测试灯

如图 1-2 所示，自带电源测试灯与 12V 测试灯基本相同，只是在手柄内加装两节 1.5V 干电池，用来检查电气电路断路和短路故障。

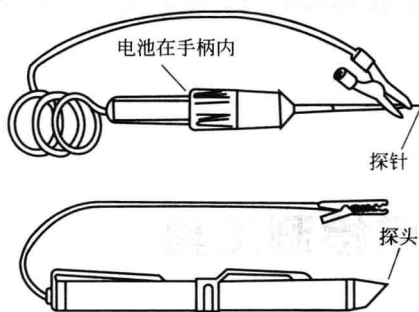


图 1-2 自带电源测试灯

(1) 断路检查

首先断开与电气部件相连接的电源电路，将测试灯一端搭铁，另一端接电路各接点（从电路首端开始）。如果灯不亮，则断路出现在被测点与搭铁之间，如灯亮，断路则出现在此时被测点与上一个被测点之间。

(2) 短路检查

首先断开电气部件电路的电源线和搭铁线，测试灯一端搭铁，一端与余下电气部件电路相连接，如灯亮，表示有短路故障（搭铁）存在，然后逐步将电路中插接器脱开，开关打开，拆除部件等，直到灯灭为止，则短路出现在最后开路部件与上一个开路部件之间。

注意：不可用测试灯检查汽车电子控制系统，除非维修手册中有特殊说明，方可进行。

1.1.3 逻辑检测仪

如图 1-3 所示，逻辑检测仪是简单易用的工具，如同测试灯，适合用来判断点火初级电路和喷油器电路是否存在（或缺失）信号。同时逻辑检测仪具有较高的内部阻抗，因此用于检测电子电路。像标准测试灯一样，逻辑检测仪不能准确检测电位或电压。因此只限于某些快速检查。其使用方法如下。

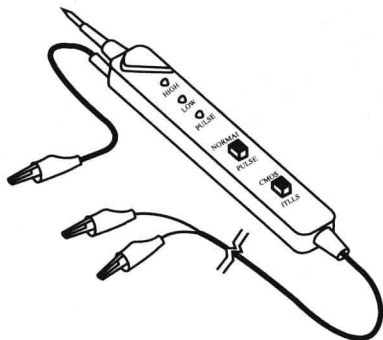


图 1-3 逻辑检测仪

① 连接电源。将逻辑检测仪的电源线接到蓄电池的正极和负极。电源线的负极接头有一个保护二极管，以防电源极性接反。

② 设定 CMOS/TTL 模式。工作电压为 0~12V 则设定在 CMOS 模式，工作电压为 0~5V 则设定在 TTL 模式。

③ 选择 NORMAI/PULSE 模式。设置为 NORMAL 模式时，红绿发光二极管会在选定的电压范围内指示高电平或低电平，音频发生器会发出高频或低频声音；如果设定在 PULSE 模式，黄色发光二极管也可以用来指示脉冲电压信号。注意：发动机运转时，如果逻辑检测仪靠近点火次级线路，则黄色发光二极管也会被感应电压点亮。

④ 将检测夹连接到有问题的电路，注意发光二极管。红色发光二极管（和高频声）对应高电压，绿色发光二极管（和低频声）对应低电压。一个发光二极管的亮度与另一个发光二极管的亮度对比，也可以粗略表示占空比。

1.1.4 跨接线

简单的跨接线就是一段多股导线，它的两端分别接有鳄鱼夹或不同形式的插头，具有多种样式。工具箱内必须有多种形式的跨接线，以用作特定位置的测量（如图 1-4 所示）。

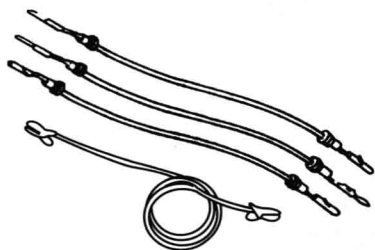


图 1-4 跨接线

跨接线虽然比较简单，但却是非常实用的工具，它只是起一个旁通电路的作用。如某一电气部件不工作，首先将跨接线连接在被试部件接线点“—”与车身搭铁之间，此时部件工作说明部件搭铁线路断路；如搭铁电路很好，就将跨接线连接在蓄电池“+”极与被试

部件的电源接柱之间，此时部件工作，说明部件电源电路有故障（断路或短路）、如部件仍不工作，说明部件有故障。

注意事项：

① 用跨接线将电源电压加至试验部件之前，必须先确认被试部件的电源电压。

② 跨接线不可错误连接在试验部件“+”接头与搭铁之间。

1.2 常用的汽车电工仪表

1.2.1 电流表

电流表是用来测量电路中电流大小的一种仪表，通常用符号 A 表示，按测量电流性质的不同，可分为直流、交流两种。

电流表使用时，必须将电流表直接串联在所测电路中，尤其在测量直流电流时，要注意电流表的极性，以免损坏仪表。

在测量交流电流时，对于 500V 以下低压系统，当测量值小于 50A 时，可将交流电流表直接串联在电路中进行测量，若当电流较大时，则必须与电流互感器配合使用，才可测量。

在一些精度较高的仪表的刻度标尺板下，还装有一块弧形镜片，其作用就在于消除使用者的“视觉”误差。

1.2.2 钳形电流表

在电流测量中，当使用一般电流表时，必须串入电路中才能测量，然而对于不允许停电接表的系统或者需要随时观察的系统就要使用钳形电流表来测量。钳形电流表的结构如图 1-5 所示。从其结构上可以看到，钳形电流表有一个使铁芯张开的手柄。因此在测量时不必停电拆线，只需将待测电流的导线夹在铁芯中，合上手柄使铁芯磁路闭合，被夹导线就相当于互感器的一次绕组，从而在钳形电流表的二次线圈中产生感应电流，其大小取决于导线的工作电流和线圈匝数比。电流表接在二次线圈的两端，表中显示的电流大小与导线中的工作电流成正比，因此，将折算好的刻度作为电流表的刻度，因此钳形电流表可直接读数道理即在于此。

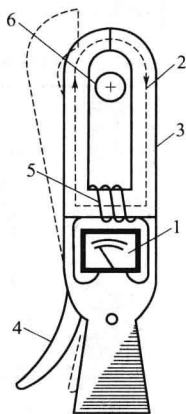


图 1-5 钳形电流表的结构原理

1—电流表；2—磁通；3—铁芯；
4—手柄；5—二次线圈；6—被测导线

1.2.3 电压表

电压表是测量电路中电压高低的一种仪表，通常用符号 V 表示，其特点是内阻较大。按测量电流性质的不同，可分为直流、交流两种。测量时应将电压表同被测电路并联。

1.2.4 指针式万用表

指针式万用表通常由表头、表盘、外壳、表笔、转换开关、调零部件、电池、整流器和电阻器等组成。如图 1-6 所示为 MF-47 型万用表的面板示意图。

(3) 交流电压的测量

测量交流电压的方法及其读数方法与测量直流电压相似，不同的是测交流电压时万用表的表笔不分正、负极。在测量交流电压时，要了解被测电压的频率是否在万用表的工作频率范围（一般为45~1500Hz）之内。若超出万用表的工作频率范围，测量读数将急剧降低。

1.2.5 数字式万用表

(1) 数字式万用表的结构

DT-890 型数字万用表的面板如图 1-7 所示，该表前后面板主要包括：液晶显示器；电源开关；功能（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。

功能（量程）选择开关为 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， 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 700V (AC)”，1000V (DC) 的字样，表示从这两个孔输入的交流电压不得超过 700V，直流电压不得超过 1000V，即测量电压、电阻时表笔插入

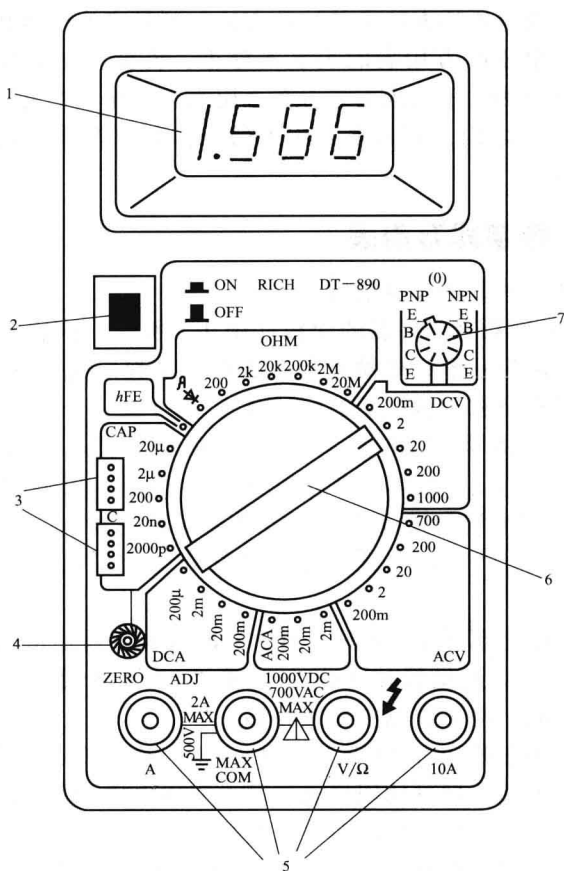


图 1-7 DT-890 型数字万用表

- 1—液晶 (LCD) 显示器；2—电源开关；3—电容插孔；4—测电容零点调节旋钮；
5—输入插孔；6—功能 (量程) 选择开关；7— h_{FE} 插孔

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，反之则为负。另外在“A”与“COM”之间标有“MAX 2A”，表示输入的交流、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拍板，即可更换电池。为检修方便，表内装 0.2A 快速熔断器。

(2) DT-890 型数字万用表主要技术特性

基本挡 (30 个):

DC. V (直流电压测量): 200mV、2V、20V、200V、1000V。

AC. V (交流电压测量): 200mV、2V、20V、200V、700V。

DC. A (直流电流测量): 200 μ A、2mA、20mA、200mA。

AC. A (交流电流测量): 2mA、20mA、200mA。

Ω : 200 Ω 、2k Ω 、20k Ω 、200k Ω 、2M Ω 、20M Ω 。

C: 2000pF、20nF、200nF、2 μ F、20 μ F。

检查二极管及线路通断 (蜂鸣器)

h_{FE} 测量

附加挡 (2 个):

DC. A: 10A。

AC. A: 10A。

DT-890 采用 9V 叠层电池供电，整机功耗 30~40mW。

(3) 测量操作步骤及注意事项

使用时，将黑色表笔插入“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“LO BAT”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 $0.150\sim0.300$)还是硅管(显示 $0.550\sim0.700$),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 30Ω 时,则声、光同时指示。

将量程开关置入 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。

1.2.6 汽车专用数字式万用表

汽车专用的数字式万用表如图 1-8 所示,其主要技术参数见表 1-1。

表 1-1 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	$400mV\sim400V(\pm0.5\%),1000V(\pm1\%)$
直流电流	$400mA(\pm1\%),20A(\pm2\%)$
交流电压	$400mV\sim400V(\pm1.2\%),750V(\pm1.5\%)$
交流电流	$400mA(\pm1.5\%),20A(\pm2.5\%)$
电 阻	$400\Omega(\pm1\%),4k\Omega\sim4M\Omega(\pm1\%),40M\Omega(\pm2\%)$
频 率	$4kHz\sim4MHz(\pm0.05\%)$,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	$-18\sim300^{\circ}C(\pm3\%),301\sim1100^{\circ}C(\pm3\%)$
转 速	$150\sim3999r/min(\pm0.3\%),4000\sim10000r/min(\pm0.6\%)$
闭合角	$(\pm0.5^{\circ})$
频宽比	$(\pm0.2\%)$

注:括号内为测量误差。

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),公用接地插座(COM)的测试线接地,(V Ω Hz)插座的测试线接被测的信号线,此时在