

跟我学做
一流汽修技师丛书



著名汽车维修专家阚有波鼎力推荐!

最实用的 汽车电工维修 经验与技巧

吴文琳◎主编

维修技师的经验方法，维修车间的实践体
实用汽修电工资料、技巧大荟萃

即学

即懂

即会

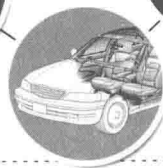
即用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



跟我学做
一流汽修技师丛书



著名汽车维修专家阚有波鼎力推荐!

最实用的 汽车电工维修 经验与技巧



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



本书贴合汽车电工实际工作需要,重点介绍了汽车电器与电子设备维护与维修的规则、方法和技巧,主要内容包括:汽车电工维修常用工具、仪器及使用方法与技巧,汽车故障排查思路与要点,电源系统与起动系统、电控发动机、底盘、车身辅助系统以及车载网络系统与电动汽车的故障排查方法与技巧。书中精选出的最实用、最常用的170余个主题,均是汽修专家和技师在维修工作中的知识要点、经验和技巧总结。

本书内容丰富、可操作性极强,适合广大汽车维修人员及职校师生学习,也可作为汽车电工培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

最实用的汽车电工维修经验与技巧/吴文琳主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 8

(跟我学做一流汽修技师丛书)

ISBN 978-7-111-47514-9

I. ①最… II. ①吴… III. ①汽车-电工-维修 IV. ①U463.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第170048号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:齐福江 责任编辑:齐福江

版式设计:霍永明 责任校对:潘蕊

封面设计:鞠杨 责任印制:刘岚

北京云浩印刷有限责任公司印刷

2014年10月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.25印张·440千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-47514-9

定价:49.50元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010) 68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010) 88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010) 88379203 封面无防伪标均为盗版



前 言

随着电子技术在汽车上的广泛运用，导致汽车的结构原理、使用 and 维修等方面发生了一系列的变化，对汽车电工的要求越来越高，汽车电工的维修量也越来越大。为了满足广大汽车电工的工作需要，以尽快提高汽车电气设备和电控系统维修的操作技能，特编写了本书。

本书主要内容包括汽车电工维修常用工具、仪器及使用方法与技巧，汽车故障排查思路与要点，汽车电源系统与起动系统、电控发动机、底盘、车身辅助系统以及车载网络系统与电动汽车的故障排查方法与技巧。书中精选的最实用、最常用的 170 余个主题，均是汽修专家和技师在维修工作中的知识要点、经验和技巧总结。

本书内容丰富，可操作性极强，是广大汽车电工的良师益友，也是汽车维修必备的工具书，也可作为汽车电工培训用书。

本书由吴文琳任主编，林瑞玉任副主编，参加编写的人员还有林国洪、林清国、陈玉山、许宜静、郭力伟、傅瑞聪、刘燕青、吴荔城、邱宗许、陈瑞青、黄国良、林莆杨、施先柏。本书在编写过程中参考了一些文献资料，特在此向有关文献资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中一定还有不当之处，敬请广大读者批评指正。

编 者



目 录

前言

第一章

汽车电工维修常用工具、 仪器及使用方法与技巧 1

- 一、常用电工工具、仪器及使用 1
 - 1. 数字式万用表在汽车维修中的运用 1
 - 2. 常见汽车检测工具及使用方法 7
 - 3. 使用钳形电流表测量静态电流 9
 - 4. 红外线测温仪的类型及使用 9
- 二、汽车电控装置故障检修常用
仪表仪器及使用 10
 - 1. 汽车故障诊断仪（又称解码器）
及使用 10
 - 2. 汽车示波器及使用 13
 - 3. 发动机尾气分析仪及使用 18
- 三、汽车空调检修常用工具及使用 19
 - 1. 检修汽车空调专用工具与焊气设备
及使用 19
 - 2. 空调检漏的方法及操作技能 22
- 四、汽车电气维修安全常识 25
 - 1. 电工安全操作规范 25
 - 2. 预防触电的安全措施及急救方法 25

- 3. 预防电击、火灾和防爆措施 28

第二章 汽车故障排查思路与要点 ... 30

- 一、汽车故障的基本分析方法 30
 - 1. 汽车电气设备的组成 30
 - 2. 汽车电气系统的故障类型 31
 - 3. 汽车故障排查的基本方法 32
 - 4. 汽车故障大致方向的判断方法 39
 - 5. 两种检测方法的运用技巧 39
- 二、电控系统故障的分析技巧 40
 - 1. 汽车电控系统故障维修操作方法
与技巧 40
 - 2. 汽车电控系统维修注意事项 43
 - 3. 汽车故障码与故障的关系 45
 - 4. 与 ECU 自诊断系统无关和不能
识别的故障 48
 - 5. 读取故障码之前的准备工作 50
 - 6. 汽车 ECU 自诊断测试操作方法 51
 - 7. 故障诊断仪与电控单元无法通信的
原因及处置措施 57
 - 8. 汽车数据流的读取与故障分析 58
 - 9. 汽车示波器的运用 64
 - 10. 利用故障表诊断故障 66



三、汽车电路故障的分析方法与技巧	67
1. 汽车电路类型与故障	67
2. 汽车电路的基本接线规律	70
3. 识读汽车电路的基本方法	74
4. 利用电路图检查故障的方法	76
5. 汽车导线插接器的检查	80
6. 汽车电路搭铁不良的故障特征及检测要领	81
7. 继电器故障的分析方法与技巧	82

第三章

汽车电源系统与起动系统故障排查方法与技巧 84

一、蓄电池故障的排查方法与技巧	84
1. 蓄电池的正负极性的识别	84
2. 蓄电池的使用与维护	85
3. 免维护蓄电池的使用与维护	87
4. 蓄电池技术状况的检测方法与技巧	89
5. 免维护蓄电池技术状况的检测方法	92
6. 汽车电系暗电流的检测与防止	93
7. 蓄电池的充电技术	94
8. 蓄电池硫化的消除与预防方法	95
二、交流发电机与电压调节器	96
1. 交流发电机的维护	96
2. 不解体诊断交流发电机好坏	99
3. 发电机的性能测试	101
4. 汽车无刷交流发电机的检测	102
5. 发电机故障排查方法与技巧	104
6. 电压调节器的识别与检测	105
7. 电压调节器的技术检测	106
8. 电压调节器代换的方法与技巧	108
9. 电源系统故障排查方法	110
10. 交流发电机维修后的测试方法	113
三、发动机起动系统的维护	114
1. 电磁开关的结构及识别窍门	114
2. 起动机的使用与维护	115
3. 起动系统主要元件的检测方法	116
四、起动系统故障排查方法与技巧	120
1. 起动系统故障的诊断方法与技巧	120

2. 起动系统常见故障的排查方法与技巧	122
---------------------------	-----

第四章

汽车电控发动机故障的排查方法与技巧 125

一、发动机燃油喷射系统故障排查方法与技巧	125
1. 发动机燃料系统维护方法与技巧	125
2. 电控燃油喷射系统的检测方法与技巧	127
3. 电控发动机疑难故障的基本检查项目	130
4. 发动机电控系统故障诊断基本程序	131
5. 发动机燃油喷射系统主要组成部分及配线异常时的故障	134
6. 电控汽油喷射系统易发生故障的部位及排查技巧	136
7. 发动机排放控制系统故障查排技巧	137
二、发动机点火系统故障排查方法与技巧	138
1. 电子点火系统故障的排查方法与技巧	138
2. 点火系统主要部件故障的排查方法	140
3. 火花塞颜色与发动机故障的对应关系	142
4. 电子点火系统主要部件故障的诊断方法	144
5. 微机控制点火系统使用维护注意事项	146
6. 微机控制点火系统故障排查方法与技巧	147
三、发动机电控系统故障排查方法与技巧	151
1. 传感器故障的排查方法与技巧	151
2. 执行器故障排查方法及技巧	154
3. 发动机电控单元自诊断的功能与故障识别	156
4. 维修汽车电控单元 (ECU) 的注意事项	158
5. 发动机电控单元 (ECU) 故障的	



类型与主要原因	158
6. 电控单元的故障检测方法及注意 事项	159
7. 发动机 ECU 损坏的主要原因及 检测技术	160
8. 发动机电控单元的故障检修技巧	161
9. 发动机电控系统常见故障的一般 诊断方法	165
四、电控柴油机故障的排查方法 与技巧	167
1. 电控单元日常维护注意事项	167
2. 电控柴油机维修注意事项	167
3. 电控柴油发动机采用的主要传感器	170
4. 共轨式柴油电控系统故障排查方法	171
5. 共轨式柴油电控系统高压油泵 故障的排查	171
6. 柴油机电控系统常见故障	174

第五章 底盘故障的排查方法与技巧 175

一、自动变速器故障排查方法与 注意事项	175
1. 自动变速器的维护	175
2. 自动变速器维修注意事项	177
3. 自动变速器故障的诊断原则	178
4. 自动变速器的故障诊断方法	178
5. 自动变速器系统故障排查方法	180
6. 无级变速器检修注意事项	185
7. 无级变速器电控系统的常见故障 及原因	185
二、电控动力转向系统故障查排 方法与技巧	186
1. 动力转向系统进行免拆清洗方法	186
2. 电控动力转向系统故障排查技巧	187
3. 电控汽车转向系统常见故障与排除	188
4. 电动助力转向系统常见故障	189
三、电控空气悬架系统故障排查方法 与技巧	189
1. 电控空气悬架系统是否正常的诊断	189

2. 检查电控悬架系统的注意事项	190
3. 电控悬架系统故障的排查技巧	190
四、防抱死制动系统 (ABS) 故障排查方法与技巧	191
1. 维护制动防抱死系统 (ABS) 的 注意事项	191
2. ABS 的日常维护方法与技巧	192
3. 制动液的检查补充或更换	194
4. 检修 ABS 系统的注意事项	195
5. ABS 系统故障诊断与检查方法	196
6. ABS 故障检修方法	196
7. ABS 系统故障诊断流程及偶发性 故障的维修要点	197
8. 电控驻车制动系统故障的排查 方法与技巧	198
9. 驱动防滑系统 (ASR) 在使用维护 中的注意事项	199
10. ASR 系统故障排查方法	200

五、巡航控制系统/安全气囊系统 (SRS) 故障排查方法与技巧	201
1. 巡航控制系统常见故障与原因	201
2. 汽车不能进入巡航控制状态故障 排查方法	202
3. 维修安全气囊 (SRS) 的注意事项	203
4. 安全气囊 (SRS) 主要组件的检查	204
5. 正确安全地解除与复原汽车安全 气囊系统	206
6. 汽车安全气囊系统故障的检修步骤 与方法	206

第六章 汽车车身辅助系统故障排查方法与技巧 208

一、空调系统故障排查方法与技巧	208
1. 汽车空调系统维护方法	208
2. 空调常见故障的排查方法与技巧	216
3. 汽车空调制冷系统故障的查排方法	216
4. 汽车空调常见故障的原因及排除 方法	219
5. 汽车空调系统制冷量不足故障的	



查排方法	221	(校准)方法	253
6. 制冷系统有噪声故障的排查方法	223	8. 汽车电动天窗控制系统故障的排查	254
7. 空调暖风系统故障排查方法	223	9. 太阳能天窗系统的常见故障排查	256
二、照明仪表系统故障排查方法		10. 太阳能天窗系统主要零部件的	
与技巧	225	检测方法	256
1. 前照灯维护应注意事项	225	11. 电动后视镜的故障排查	257
2. 电控前照灯的检修方法	226	12. 电动座椅故障的排查	258
3. 前照灯照程自动调节系统的基本		13. 汽车导航系统故障的排查	258
设定方法	228	14. 汽车音响的维护	262
4. 照明系统常见故障的排查方法	229	15. 检修汽车音响的注意事项	263
5. 汽车照明灯光电路常见故障及		16. 音响检修的基本方法	264
排除方法	230	17. 汽车 CD 唱机检修流程	265
6. 汽车仪表的维护	232	18. CD 唱机常见故障的排查方法	265
7. 电子式组合仪表的检修注意事项	233	19. 汽车音响的非常规手段解码	267
8. 汽车仪表故障的检查方法	234	20. 已知音响密码进行解码的方法	268
9. 汽车电子组合仪表检修技巧	235	21. 无密码时的解码方法	268
10. 更换电子组合仪表后需要进行			
匹配操作	236		
11. 汽车电子组合仪表的检修	236		
12. 电子组合仪表故障的排查方法	237		
三、汽车报警信号系统故障排查	240		
1. 汽车喇叭电路的故障排查方法	240		
2. 电喇叭常见故障的排查方法	243		
3. 闪光器引脚功能的识别	244		
4. 汽车转向灯电路常见故障的排查	244		
5. 汽车转向信号闪光器的检测技术	245		
6. 信号系统常见故障的排查方法	246		
四、刮水器及其电装置故障排查	247		
1. 刮水器故障的排查与维护方法	247		
2. 刮水器、洗涤器常见故障的排查			
方法	247		
3. 汽车洗涤器系统故障的排查	250		
4. 汽车电动门锁控制系统的故障排查	251		
5. 电动门窗控制系统故障的排查	251		
6. 遥控装置常见故障的排查方法	252		
7. 遥控器的匹配(复制)与同步			

第七章

车载网络系统与电动汽车

故障排查方法

270

一、车载网络系统故障排查方法	270
1. 车载网络系统检修注意事项	270
2. 车载网络故障检修方法	270
3. 网络故障的症状	272
4. CAN 总线检测系统检测方法与	
技巧	272
二、电动汽车的类型与故障排查	
方法	275
1. 电动汽车的类型	275
2. 延长电动汽车动力蓄电池使用	
寿命的方法	276
3. 纯电动汽车电池管理系统的作用	276
4. 混合动力控制系统维修注意事项	278
5. 混合动力汽车维修前的安全防护	
措施	279
6. 电动机常见故障的排查方法	280



第一章 汽车电工维修常用工具、仪器及使用方法与技巧

一、常用电工工具、仪器及使用

1. 数字式万用表在汽车维修中的运用

(1) 汽车万用表

汽车万用表是指高阻抗数字型万用表，它是在数字型万用表原有功能的基础上，添加了模拟转换模块（简称转换模块），具备了传感器信号模拟和驱动执行器的功能。



小贴士：

汽车万用表除了经常用来检测直流电流强度、直流电压、交流电压及导线的电阻等参数外，还可用来检测转速、闭合角、占空比（频宽比）、频率、压力、时间、电容、电感、半导体元件及温度等。

汽车万用表的型号较多，表面的设计和布置也各不相同。它主要由数字及模拟量显示屏、功能按钮、测试项目选择开关、温度测量插孔、公用插孔（用于测量电压、电阻、频率、闭合角、频宽比和转速等）、搭铁插孔、电流测量插孔等构成。数字式万用表面板上的符号及含义见表 1-1。数字式万用表上的外文字母含义见表 1-2。

表 1-1 数字式万用表面板上的符号及含义

序 号	图 形 符 号	名 称 及 含 义	序 号	图 形 符 号	名 称 及 含 义
1	==	直流	4	⤵	转速
2	~	交流	5	▷	二极管
3	∠	闭合角	6	⎓	直流或交流



(续)

序 号	图 形 符 号	名 称 及 含 义	序 号	图 形 符 号	名 称 及 含 义
7	DUTY	占空比	11		电量不足
8	CYL	发动机气缸数	12		蜂鸣通断
9		接地	13		警告提示
10		高压危险	14		双重绝缘

表 1-2 数字式万用表上的外文字母含义

项 目	外文字母 (单词或语句)	中 文 含 义	备 注
量程类	RANGE	量程转换	—
	AUTO RANGE	自动量程转换	—
	MANUAL RANGE	手动量程转换	—
	AUTO/MANUAI RANGE	自动/手动量程转换	—
熔丝类	FUSE	熔丝	—
	FUSED	设熔丝保护	—
	UNFUSED	未设熔丝保护	—
按键	ON/OFF	开/关	—
	HOLD	数据保持	按动此键, 可使测量数据保持
	PK HOLD	峰值 (数据) 保持	按动此键, 能自动记录测量过程中的最大数据
	DATA	数据储存	—
	COM	模拟地公共插口	—
	MAX	最大、最大值	—
	MIN	最小、最小值	—
	DOWN	由大到小	—
	UP	由小到大	—
	TEMP	温度 (测量)	—
	AUTO CAL	自动校准	—
	SEC	秒	—
	EACH	每次、各自	—
	AUTP POWER OFF	自动关机	—
	FUSE PROVIDED	电路熔丝保护	—



小贴士:

目前,国内生产的汽车万用表,如笛威 TWAY9206、TWAY9406A,还有 EDA-230 和胜利-98 等型号的汽车万用表,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,还有一个扩展功能。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)。其他型号的汽车万用表还有中国北京的爱德盛业 ADD51、中国深圳的华仪 MAS830L、美国的艾克强 CP7673 和 KM3000、中国台湾的护卫者 EDA-210B 以及中国深圳的胜利 VICTOR9801A 和 VICTOR6013 等品牌。

(2) 汽车万用表在故障检修中的应用

汽车万用表在故障检修中的应用主要有以下几个方面。

1) 温度检测。测试该项目时应将功能选择开关置于温度(Temp)档,按下功能按钮($^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$),将黑线搭铁,探针线插头端插入汽车万用表温度测量插孔,探针线插头端接触被测物体,显示屏即显示被测物体的温度。

2) 信号频率检测。首先将测试项目选择开关置于频率(Freq)档,黑线(自汽车万用表搭铁插孔引出)搭铁,红线(自汽车万用表公用插孔引出)接被测信号线,显示屏即显示被测信号的频率。

【专家指南】

汽车上产生可变频率的传感器主要有数字式空气流量计、数字式进气压力传感器、光敏式车速传感器(VSS)、光敏式曲轴位置传感器(CKP)、光敏式凸轮轴位置传感器(CMP)、霍尔式车速传感器(VSS)、霍尔式曲轴位置传感器(CKP)和霍尔式凸轮轴位置传感器(CMP)等。

频宽比检测时,应将测试项目选择开关置于频宽比(Duty Cycle)档,红线接电路信号,黑线搭铁,发动机运转,显示屏即显示脉冲信号的频宽比。

3) 点火线圈初级电路闭合角测量。将测试项目选择开关置于闭合角(Dwell)档,黑线搭铁,红线接点火线圈负接线柱,发动机运转,显示屏即显示点火线圈初步电路的闭合角。

4) 起动机起动电流测量。首先将测试项目选择开关置于400mV档(即用测量电流传感器电压的方法来测量起动机的起动电流),把霍尔式电流传感器夹夹到蓄电池线上,其引线插头插入电流测量插孔,按下最小/最大功能按钮,然后拆下点火高压线,用起动机转动曲轴2~3s,显示屏即显示起动机的起动电流值。

5) 发动机转速检测。将测试项目选择开关置于转速(RPM)档,转速测量专用插头插入搭铁插孔与公用插孔中,感应式转速传感器(汽车万用表附件)夹在某一缸高压点火线上,在发动机工作时,显示屏即显示发动机的转速。

6) 利用汽车万用表检测电控系统故障时。首先检查熔丝、易熔线和接线端子的状况,在排除这些地方的故障后再用汽车万用表进行检查。除在测试过程中特殊指明者外,不能用指针式万用表测试电控单元(ECU)和传感器,而应使用高阻抗数字式万用表,万用表内



阻应不低于 $10\text{k}\Omega$ 。

7) 线路断路或短路故障检测。在检查线路断路故障时,应先脱开 ECU 和相应传感器的插接器,然后测量插接器相应端子间的电阻,以确定是否有断路或接触不良故障;检查线路搭铁短路故障时,应拆开线路两端的插接器,然后测量插接器被测端子与车身(搭铁)之间的电阻值。电阻值大于 $1\text{M}\Omega$ 为正常。

8) 集成电路的检测。用万用表检测 TTL 集成电路的好坏方法如下:

① 首先要熟悉集成电路的内部结构原理,然后采用由后向前逐级检查的方法,分析其故障产生的原因。用 500 型万用表 $R \times 1\text{k}$ 档检查 TTL 集成电路的数据见表 1-3,这是用万用表判别 TTL 集成电路好坏的一种实用方法。

表 1-3 万用表测 TTL 的数据

测 量 项 目	正常值/kΩ	不正常值/kΩ	万用表接法	备 注
输入输出各端对电源地端	5	<1 或 >12	黑表笔搭铁端，红表笔接其他各端	用 500 型万用表 R × 1k 档。 用其他万用表会略有出入
正电源端对电源地端	3	0 或 ∞		
输入输出各端对电源地端	>40	<1	红表笔搭铁端，黑表笔接其他各端	
正电源端对电源地端	3	0 或 ∞		

② 电压测量判断法。对可疑的集成电路测量其引脚电压,将测量的结果与已知或经验数据进行比较,进而判断出故障范围。

③ 信号检查法。利用示波器及信号源检查电路各级的输入和输出信号。对于数字集成电路,主要是通过信号来查清它们的逻辑关系。对集成运算放大器来说,需要弄清其放大特性。可疑级一般发生在正常与不正常信号电压的两测试点之间的那一级。

【专家指南】 集成电路的替换原则

当确认一个集成电路损坏后,首先一定要查明损坏电路的原因,是电路本身老化,还是由外部原因引起的,否则替换器件有可能再度造成损坏。所使用的替换器件最好能与元器件规格、型号、生产厂家完全一致。其替换原则如下:

① 外形规格及引脚排列顺序应相同。

② 电路的结构及工艺类型应相同,如 TTL 替换 TTL,CMOS 替换 CMOS,ECL 替换 ECL 等。

③ 电路的功能特性应相同。

④ 电路的一些主要参数应相同或相近,如电源电压、工作频率等。

9) 用万用表在线检测集成电路的直流电阻。用万用表测量各引脚的内部等效直流电阻来判断其好坏,若各引脚的内部等效直流电阻与标准值相符,则说明这块集成电路是正常的;反之,若与标准值相差过大,则说明集成电路内部损坏。

因为集成电路内部有晶体三极管与二极管等非线路性元件,所以在测量时必须互换表笔检测,以获得正、反向两个阻值。只有当内部等效直流电阻正、反向阻值都符合标准时,才能断定该集成电路完好。在电路中测得的集成电路某引脚与搭铁脚之间的直流电阻(在线电阻),实际是内部电阻与外部电阻并联后的总等效直流电阻。



注意：有时在线电压和在线电阻偏离标准值，并不一定是集成电路损坏。如由于外围元件损坏，致使外部电阻不正常，从而造成在线电压和在线电阻的异常。这时可以通过测量集成电路等效直流电阻来判定集成电路是否损坏。在线检测集成电路内部等效直流电阻时，集成电路不必从电路上焊下来，只需将电压或在线电阻异常的引脚与电路断开，再测量该引脚与搭铁脚之间的内部等效直流电阻正、反向电阻值，便可判断其好坏。



小贴士：测量直流电阻前要先断开电源，以免测试时损坏万用表。

10) 用万用表在线检测集成电路的电压。在线测量电压是用万用表检测集成电路各引脚对地交、直流电压。

检测直流电压：在通电情况下，检测集成电路各引脚对地直流电压值，并与正常值相比较，若电压与标准值不符，可断开引脚连线测接线端电压，以判断电压变化是外围元件引起，这是集成电路内部引起。也可以用万用表欧姆档，直接在电路板上测量集成电路各引脚和外围元件的正、反向直流电阻，并与正常数据相比较，来发现和确定故障。

检测交流电压：对于一些工作频率比较低的集成电路，为了掌握其交流信号的变化情况，可用带有“dB”插孔的万用表对集成电路的交流工作电压进行近似测量。检测时，万用表置于交流电压档，红表笔插入“dB”插孔。若无“dB”插孔，可在红表笔上串接一个 $0.1 \sim 0.5 \mu\text{F}$ 隔直电容器。

注意：用数字式万用表检测交流电压时要把万用表档位拨到交流档，然后检测引脚对电路（对地）的交流电压。如果电压异常，则可断开引脚连线测接线端电压，以判断电压变化是由外围元件引起，还是由集成电路内部引起的。



小贴士：汽车万用表的常见故障及维护

① 电池亏电或电能耗尽。碱性电池的使用寿命一般为500h，出现亏电显示即应更换电池，一般分9V和3V（ $2 \times 1.5\text{V}$ ）两种。

② 熔丝烧坏。在选择档位或超量测试的情况下往往会烧坏熔丝，可自己动手更换。

③ 液晶显示屏残缺不完整或字迹模糊。如“8”变成了“3”，一般是因为环境温度过低、使得液晶显示屏显示的字迹混乱。只要将万用表放到暖和的地方即会自动恢复正常。

④ 集成电路板烧坏。在误操作、不规范操作或短路情况下，万用表集成电路板往往会烧坏，这时应换集成电路板。



(3) 使用数字式万用表的注意事项

1) 数字式万用表适宜在温度 $(23 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ 、湿度 $\text{RH} < 80\%$ 的环境中工作, 实际使用环境应该控制在 $0 \sim 40^{\circ}\text{C}$ 、 $\text{RH} < 85\%$ 的范围内。禁止在高温、高湿、严寒、多尘以及阳光直射的环境下使用数字式万用表, 以防液晶显示器损坏和集成电路及印制电路板漏电。如果液晶显示模糊或者字体残缺不全 (例如“8”字显示成“3”), 可能是环境温度过低的缘故, 只要将万用表移到暖和的地方就会恢复正常显示。

2) 使用数字式万用表之前, 应当熟悉控制面板上的符号及其含义。然后检查线路的熔丝和接线端子的状况, 判断是否断路或者接触不良。在排除这些故障之后, 再用数字式万用表正式进行测量。

测量时, 可以在垂直方向和水平方向轻轻摇动导线, 保证插头与插座、表笔与被测点之间接触良好, 以提高测量准确性。如果线路接触不良, 将产生额外电阻, 这部分电阻就要消耗电压, 产生电压降。另外, 测量时手不得碰触表笔的金属端或者被测物体, 以免人体的电阻影响测量的结果。

3) 要保持表笔、导线的完好和清洁。凡是导线绝缘部分破损、表笔锈蚀或者弯曲, 都要予以更换; 表笔从蓄电池的接线柱上粘到了脏的氧化物, 必须予以清除。检查数字式万用表导线是否完好的简便方法是选择“电阻”档, 然后将两根表笔短接, 此时表上的电阻读数应该为 0, 如果读数大于 0, 说明存在额外的电阻。如果不进行调整, 该阻值会加到所测得的读数上, 因而会影响测试的准确性。

4) 量程应该选择最接近的那一档。万用表测量电压、电流和电阻都有不同的量程范围可供选择, 所选择的量程越接近实际, 测量出来的数值越精确。

【专家指南】 如果不知道被测数值的范围, 无法估计量程档次, 有一个办法可以解决——旋转 (或者按压) 量程开关, 一直到表上出现“OL”字样 (意思是超出范围或者过载), 然后再向上选高 1 档量程。如果测试时仅在高位显示数字“1”, 说明万用表过载, 应该调整到较高的量程。

5) 如果被测线路太长, 或者线路深藏在汽车的某个装置之下, 可以采用“对半开”的办法, 在中间适当的位置找一个高阻抗的插头作为分界点, 把长线路一分为二, 再用数字式万用表对这两段分别进行测量。

6) 测量电阻时应当断开电源 (包括可疑电路的电源), 严禁在被测线路带电的情况下测量电阻, 以免烧坏万用表, 这样也可以防止出现错误读数。不允许用电阻档测量蓄电池内阻。因为这样相当于电阻测量电路外加了一个电压, 测量结果完全失去意义, 而且还有可能损坏万用表。为了避免动态测量线路电阻时造成数字式万用表损坏, 可以通过测量线路的“电压降”, 然后运用公式 $R = V/I$ 计算, 间接得到搭铁测量线路的电阻。

7) 测量电压应注意事项

① 根据电压的性质, 选择“交流电”档或者“直流电”档。

② 估计电源电压的高低, 选择合适的电压量程档位。

③ 红表笔接触被测的电子器件, 黑表笔搭铁 (即必须并联), 然后观察万用表上的显示值, 并与正常值对比, 以确定电压是否正常。



④ 测量电控系统的电压时, 点火开关应该接通 (ON 位), 蓄电池电压不低于 11V。

8) 绝不可使用万用表测量安全气囊 (SRS) 系统的传爆管, 因为万用表带有电源, 即使微弱的外加电流也可能点燃传爆管而造成重大伤害。

9) 电路中的二极管和固态部件可能导致数字式万用表显示出虚假读数。为了判断部件是否对测量结果有影响, 可以先获得一个读数, 然后将万用表的两根表笔调换, 再获得第二个读数。如果这两个读数不相同, 说明固态部件影响了万用表的测量结果。

10) 数字式万用表使用完毕, 应该将量程开关转至最高交流电压档, 然后关闭电源, 防止下次误操作而损坏数字式万用表。

11) 表内的电池 (9V) 最好每半年更换一次。虽然数字式万用表的电池能够使用较长时间 (碱性电池的使用寿命一般为 500h), 但是检测精度会随着电池电量的消耗而下降。如果数字式万用表的电量指示灯已经亮了很长时间, 还一直在使用, 所测得的数据可能不准确。

2. 常见汽车检测工具及使用方法

(1) 跨接线

汽车用跨接线 (SST) 俗称为“跳线”、“短接线”, 就是一段长短不一的多股导线, 两端分别接有鳄鱼夹或者不同形式的各种插头, 以满足在不同的场合下使用。跨接线长的达 2m。它具有以下功能:

1) 替代被怀疑断路的导线, 起鉴别通断的作用。

2) 若怀疑某部件性能失常, 可以用跨接线将其隔离开来, 检查该部件的工作状态。

3) 使用线径在 16mm^2 以上的鳄鱼夹式跨接线, 可以借助其他汽车上的蓄电池、起动故障车的发动机。

4) 跨接电控汽车诊断座上的 +B 端子和 FP 端子, 可以接通电动燃油泵的电路; 跨接诊断座上的 FP 端子和 E1 端子, 可以触发 ECU, 从而读取发动机的故障码。

5) 检查点火线圈的工作性能, 具体方法如下:

① 关闭点火开关, 拆掉点火线圈“-”接线柱上的全部导线, 将跨接线的鳄鱼夹夹持在点火线圈“-”接线柱上。

② 拔出分电器盖上的中央高压线, 使其端部离开气缸体 7mm 左右。

③ 接通点火开关, 用跨接线的另一端间断地碰触点火线圈“-”接线柱。每当脱离时, 若在高压线的端部产生一次火花 (跳火), 说明点火系统的低压电路和点火线圈良好; 若不跳火, 则说明点火系统低压电路或点火线圈有故障。



小贴士: 使用跨接线的注意事项

① 用跨接线将电源电压加至试验部件之前, 必须确认被跨接的两个电器的工作电压是否相同; 例如, 有的喷油器电源电压为 4V, 如加上 12V 电压就可能使喷油器损坏。

② 绝对禁止将电源正极线与搭铁线跨接, 即跨接线不能接在实验部件的“+”接头与搭铁之间, 因为这样会造成电源短路。



(2) 测试灯

测试灯有无源测试灯和有源测试灯两种。测试灯的功用及检测方法如下:

1) 无源测试灯的使用方法

① 检查控制系统或电路的电源电路是否给各电气系统提供电源。使用时,将测试灯一端搭铁,另一端接电气部件电源插头。如灯亮,说明电气部件的电源电路无故障;如灯不亮,再接去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。

② 检测高压线是否漏电。操作方法是起动发动机,将测试灯的负极搭铁,正极在高压线之间晃动(需要保持一定的距离),如果测试灯连续闪烁,说明距离其最近的高压线漏电。

③ 具有跨接线和指示灯的双重作用。操作方法是将测试灯跨接在汽车专用诊断座的相应端子上,触发 ECU 的自诊断功能,通过测试灯的闪烁频率,可以读取发动机的故障码,以便进行诊断。

2) 自带电源测试灯使用方法。用来检查电气线路的断路和短路故障。

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,另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。



小贴士: 不可用测试灯检查与电子控制模块端子连接的线路(除非《维修手册》中有特别的说明),因为自带电源测试灯的电池或者无源测试灯的电阻都可能造成固态电子电路的损坏。这一点与上面的叙述并不矛盾,一方面是测量电源电路时提倡采用测试灯,另一方面是测量与电子控制模块端子连接的线路时禁止使用测试灯。

3) 防范“虚电”——应采用测试灯进行动态测试。

所谓“虚电”,通常是指电路某处因针脚氧化或者连接螺钉松动等原因引起接触不良,在这种情况下可以通过小电流,所以用万用表测量电压,显示是正常的,但是大电流过不去,这样要么造成起动机不能运转,要么造成接触处发热。测试灯对于判别“虚电”特别有效。

为此,最好用测试灯进行负荷测试,如果线路的接触电阻很大,测试灯的亮度会下降。也可以在线路中串联电流表检测工作电流,如果线路接触不良造成接触电阻过大,在电压不变的情况下,显示的电流值会很小。



小贴士: 如果对于哪些情况可以使用测试灯不清楚,或者对测试灯的功率应多大没有把握,也可以不使用测试灯,改为在不断开车上用电器插头的情况下测量供电电压,这种不断开负载的测量方法有助于准确判断故障原因。



3. 使用钳形电流表测量静态电流

在汽车电气系统检修中,钳形电流表常用来测量汽车休眠时的暗电流(静态电流)。测量方法是在车辆完全静止后,用钳形电流表夹住蓄电池的正极或负极,以测量通过电源主线的静态电流。如果静态电流过大,说明电气系统存在漏电现象,应及时进行检修,否则,车辆停放一段时间后,蓄电池电量将被耗光。

4. 红外线测温仪的类型及使用

红外线测温仪分为接触式和非接触式两种。采用接触式测量时,应当在零件上找一个最合适的位置,然后将红外测温仪抵在这个位置进行测量。由于发动机机体(铸件)会造成部分热量散失,所以红外测温仪的读数比实际温度低 $5\sim 8^{\circ}\text{C}$ 。

红外线测温仪适宜的测试范围及使用方法如下:

1) 如果发动机的冷却液温度过高,可以用红外线测温仪测试冷却系统散热器进水管和出水管等处的温度,并与故障诊断仪的数据流结合起来分析。然后检查节温器的开闭是否正常,冷却液温度传感器是否损坏,冷却液是否变质。

2) 若尾气中 HC 含量偏高,可以测量三元催化转化器入口处和出口处的温度。在发动机工作正常的情况下,三元催化转化器的工作温度为 $400\sim 800^{\circ}\text{C}$,怠速时三元催化转化器出口处的温度比入口处的温度高约 10%,若出口温度过高,说明混合气过浓,点火系统缺火或者电控系统有故障,造成三元催化转化器的负担过重。如果在工作温度状态下,催化转化器入口和出口处的温度没有差别,说明三元催化转化器失效。如果三元催化转化器的温度过高甚至烧红,说明有可燃料混合气在其中燃烧,应当查明“缺缸”的具体原因。

3) 检测 EGR 系统的状态。让发动机中速运转,然后检测 EGR 阀与进气歧管连接处的温度,应当高于进气歧管其他部位的温度,否则说明 EGR 阀或其真空管路、控制电路有故障。

4) “缺缸”检查。用红外测温仪测量各缸火花塞的温度,工作不良的火花塞温度会比其他缸火花塞的温度低一些。也可以用测温仪测量各缸排气歧管的温度,若某一缸排气歧管的温度明显偏低,说明该缸工作失常,应当检查这个气缸是否积炭严重或者不喷油等。

5) 检测自动变速器。首先测量 ATF 的温度,若 ATF 温度过高,再测量 ATF 散热器进油管与出油管的温度差,以判断自动变速器油散热器是否堵塞。在正常情况下,变速器油散热器进油口的温度应比出油口的温度高约 30°C 。若温差小于 30°C ,说明散热器内的冷水道堵塞;若温差大于 30°C ,说明散热器内的 ATF 油道堵塞,其原因大多数是摩擦片烧蚀或脱落。

6) 检测点火线圈和点火模块是否发生短路和断路。用红外线测温仪检测发动机工作或起动时点火线圈和点火模块的温度。

① 检测点火线圈和点火模块是否发生断路。点火线圈和点火模块在反复几次起动(起动不着)后表面温度和环境温度一样,说明内部线圈断路,必须更换。

② 检测点火线圈和点火模块是否发生短路。冷车行驶完全正常,热车行驶中突然熄火,在熄火的第一时间,用红外线测温仪检测。

a. 若点火线圈表面温度超过 95°C ,说明内部线圈短路,必须更换。

b. 若点火模块热点超过 100°C ,说明模块内部短路,必须更换。