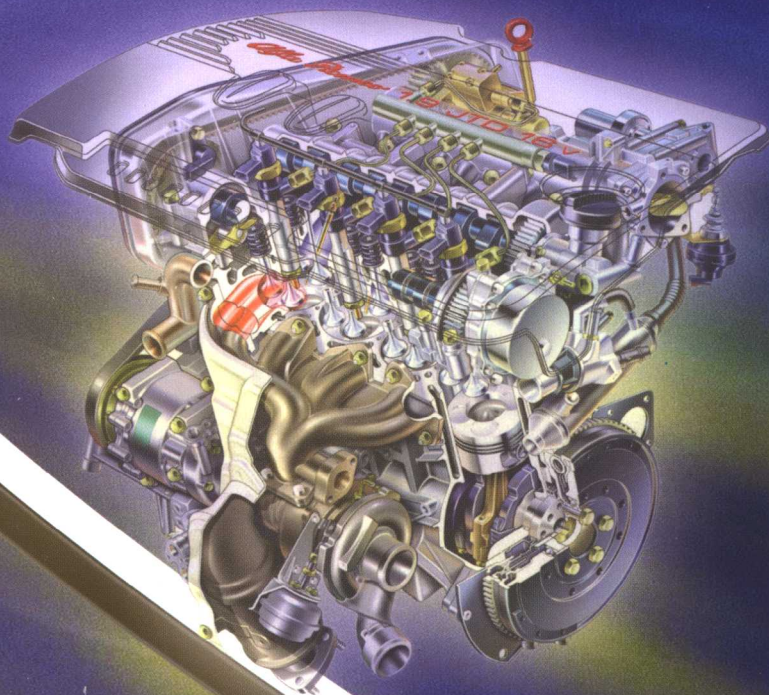


汽车发动机

检测诊断技术

徐元强 施红星 苏建成 主编
尹胜利 王鹏飞 裴小根 副主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

汽车发动机检测诊断技术

徐元强 施红星 苏建成 主编
尹胜利 王鹏飞 裴小根 副主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书分四章：第一章介绍了汽车发动机常用检测与诊断仪器、设备的操作方法、使用要求和注意事项；第二章介绍了汽车发动机主要传感器、执行元件和 ECU 的检测方法；第三章介绍了发动机故障诊断的一般原则和程序、自诊断系统、典型故障的诊断方法；第四章介绍了汽车发动机故障诊断与典型故障排除实例。同时，本书还配有光盘一张，配合读者同步学习。该光盘浓缩了专家的实践经验，为读者快速成为一名现代汽车维修专业的行家里手提供帮助。

本书力求内容新颖、深入浅出、通俗易懂、图文并茂，既有一定的理论性、实践性，又有较强的综合性和实用性，可供汽车修理人员使用，也可作为相关专业新技术辅助教材供教学使用。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车发动机检测诊断技术/徐元强，施红星，苏建成主编. —北京：电子工业出版社，2006. 1
ISBN 7-121-01996-5

I. 汽… II. ①徐…②施…③苏… III. ①汽车-发动机-故障检测②汽车-发动机-故障诊断
IV. U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 140480 号

责任编辑：夏平飞 钟永刚

印 刷：北京市顺义兴华印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

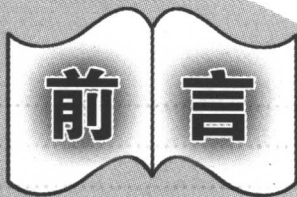
经 销：各地新华书店

开 本：787×980 1/16 印张：18 字数：404 千字

印 次：2006 年 1 月第 1 次印刷

印 数：5 000 册 定价：35.00 元 (含 1 VCD 光盘)

凡购买电子工业出版社的图书，如有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系。联系电话：(010) 68279077。质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。



随着电子技术在汽车上的广泛应用,电子化程度日益提高,特别是电脑控制技术的应用使汽车成为一个高科技的集成物,其性能日臻完善,结构越来越复杂。这对汽车维修界而言,将是一场划时代的革命。

现代电喷轿车发动机是集新技术、新工艺和新材料于一体的高科技产物,虽然它的可靠性越来越高,但由于工作条件恶劣,发动机仍是汽车运行中故障最多的总成,也是检测诊断和维修的重点和难点。如何快捷地对电喷轿车发动机进行故障检测诊断和维修,传统的眼看、手摸、耳听、鼻闻和拆拆装装的方法已不能完全适应这种新变化,这就要求现代维修技工在掌握新车型结构和工作原理的基础上,借助现代汽车维修仪器设备,运用正确的检测诊断方法和专家积累的诊断经验,迅速、准确地诊断出故障,从而提高维修工作效率,保证维修质量,取得事半功倍的效果。为此,我们编写了本书,并拍摄制作了配套光盘,希望能给汽车检测和汽车维修业的人员迅速、准确地诊断汽车发动机电控系统故障提供一些帮助。

本书由徐元强、施红星、苏建成主编,尹胜利、王鹏飞、裴小根副主编,参加本书编写工作的还有曲晓锋、梅冬、黄西林、邵恩波、李义伟、李有东、许云川、郭洪章、端进、张锦才等,全书由鲍利平主审。其中徐元强编写本书的第一章,施红星编写了第二章,苏建成编写了第三章,其余人员编写了第四章。

在本书编写过程中,作者参阅了大量的文献资料,吸收了许多专家、学者的研究成果。北京现代汽车蚌埠润通汽车特约销售服务店为本书的编写和光盘制作提供了大量的技术支持和帮助,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2005年9月

目 录

第一章 汽车发动机常用检测与诊断设备	(1)
第一节 数字式万用表	(1)
一、数字式万用表的特点	(1)
二、数字式万用表的使用注意事项	(3)
三、数字式万用表的使用方法	(6)
第二节 汽车电控系统故障测试仪	(23)
一、汽车电控系统故障测试仪的功能	(23)
二、汽车电控系统故障测试仪的特点	(24)
三、汽车电控系统故障测试仪的种类	(25)
四、汽车电控系统故障测试仪的使用方法	(26)
五、汽车电控系统故障测试仪的应用	(28)
第三节 压力表	(37)
一、气缸压力表	(37)
二、真空压力表	(39)
三、燃油压力表	(43)
第四节 内窥镜	(44)
一、纤维内窥镜的结构与工作原理	(44)
二、纤维内窥镜的使用方法	(46)
三、纤维内窥镜的使用注意事项	(49)
四、气缸内机械故障的观测	(49)
第五节 发动机综合性能分析仪	(50)
一、发动机综合性能分析仪类型	(50)
二、发动机综合性能分析仪功能及功能特点	(51)
三、发动机综合性能分析仪基本结构	(52)
四、发动机综合性能分析仪使用方法	(53)
第二章 发动机传感器、执行元件和 ECU 的检测	(55)
第一节 发动机传感器检测	(55)
一、温度传感器的检测	(55)
二、氧传感器的检测	(64)
三、曲轴位置传感器的检测	(72)
四、节气门位置传感器 (TPS) 的检测	(80)

五、空气流量传感器的检测	(88)
六、进气歧管压力传感器的检测	(97)
七、爆震传感器的检测	(101)
第二节 发动机执行元件检测	(109)
一、电动汽油泵的检测	(109)
二、燃油压力调节器的检测	(118)
三、冷起动喷油控制系统的检测	(120)
四、喷油控制系统的检测	(124)
五、继电器的检测	(131)
六、怠速控制阀的检测	(136)
七、排放控制系统的检测	(141)
八、点火系统部件的检测	(150)
第三节 发动机电控系统 ECU 的检测	(158)
一、发动机电子控制单元 (ECU) 的结构原理	(159)
二、发动机电子控制单元 (ECU) 主要故障现象及原因	(163)
三、发动机电子控制单元 (ECU) 的检修方法	(163)

第三章 汽车发动机故障诊断与检修	(164)
第一节 汽车发动机故障诊断	(164)
一、故障诊断的基本原则和思路	(164)
二、故障诊断的一般程序	(165)
三、故障征兆的模拟试验方法	(167)
四、故障征兆一览表	(168)
五、故障诊断的注意事项	(172)
第二节 汽车发动机故障自诊断系统	(174)
一、故障自诊断系统工作原理	(174)
二、进入自诊断测试	(176)
三、故障信息的显示	(176)
四、OBD—II 车内诊断系统	(177)
第三节 常见汽车发动机故障诊断与排除方法	(187)
一、发动机转不动	(187)
二、发动机冷车起动困难	(187)
三、发动机热车起动困难	(188)
四、曲轴转动正常但发动机不能起动	(188)
五、怠速不良或熄火	(189)
六、怠速过高	(190)

七、发动机加速不良（无力）	(190)
八、发动机油耗高（排气管冒黑烟）	(191)
九、发动机回火（混合气过稀）	(191)

第四章 汽车发动机故障诊断与检修实例

第一节 汽车发动机燃油供给系统	(192)
实例一：桑塔纳 2000GLi 轿车怠速时，转速忽高忽低	(192)
实例二：桑塔纳世纪新秀轿车发动机早晨不易起动	(194)
实例三：桑塔纳 99 新秀轿车发动机热车起动困难，起动后 工作正常	(194)
实例四：桑塔纳 2000GLi 轿车发动机怠速不稳，调节无效	(195)
实例五：桑塔纳 99 新秀轿车发动机熄火一段时间后起动困难	(197)
实例六：富康 RL 轿车发动机怠速转速不稳定	(197)
实例七：富康 AL 轿车停放多天后，发动机起动不着	(198)
实例八：富康 RL 轿车发动机加速滞后	(200)
实例九：富康 AL 轿车车辆行驶速度不稳定，发动机怠速抖动	(201)
实例十：富康 AL 轿车发动机不易起动，但起动后运行正常	(202)
实例十一：富康 AL 轿车发动机怠速时发抖，加速性能差	(203)
实例十二：富康 AL 轿车汽车前部碰撞后，发动机不能起动	(204)
实例十三：别克 GL 轿车发动机起动困难	(204)
实例十四：别克新世纪轿车发动机运转时抖动，爬坡无力	(206)
第二节 汽车发动机空气供给系统	(209)
实例一：桑塔纳 2000GLi 轿车行驶无力，改变发动机节气门开度时 车身发抖	(209)
实例二：桑塔纳 2000GLi 轿车发动机怠速转速过高	(212)
实例三：桑塔纳 2000GSi 轿车缓慢加速时发动机工作正常，而急加速时 发动机回火	(213)
实例四：桑塔纳 99 新秀轿车发动机怠速转速达 2 000r/min	(214)
实例五：捷达王轿车怠速不稳，加速窜动，有时出现回火放炮现象	(216)
实例六：捷达前卫轿车怠速转速高达 1 400r/min，加速不良	(216)
实例七：捷达都市先锋 AT 轿车行驶中闯车，且油耗加大	(217)
实例八：本田里程轿车高压火及燃油压力均正常，发动机无法起动	(218)
实例九：本田雅阁轿车冷车起动时发动机无高怠速，易熄火	(220)
实例十：红旗 CA7220E 轿车行驶中发动机突然熄火，故障警告灯 不亮	(221)
实例十一：红旗 CA7220E 轿车发动机加速不良，行驶中车辆窜动	

不稳定·····	(224)
实例十二: 富康 AL 轿车发动机加速性能不良, 提速困难·····	(226)
实例十三: 别克新世纪轿车行驶时动力不足, 加速不良·····	(227)
第三节 汽车发动机排放系统·····	(228)
实例一: 桑塔纳 2000GSi 轿车发动机怠速运转不稳, 有时熄火·····	(228)
实例二: 桑塔纳 2000GSi 轿车起动困难, 怠速不稳, 行驶中有时 自动熄火·····	(230)
实例三: 富康 988 轿车发动机转速忽高忽低, 有时车辆无法行驶·····	(230)
实例四: 富康 RL 轿车运行正常, 但废气排放中 HC 严重超标·····	(234)
实例五: 富康 RL 轿车冬季冷车不易起动, 起动后发动机工作不稳, 热车正常·····	(235)
实例六: 富康 988 环保型轿车新车发动机动力下降, 发动机温度高·····	(236)
实例七: 捷达王轿车发动机怠速不稳, 尾气排放值高·····	(236)
实例八: 捷达王轿车动力不足, 油耗大·····	(237)
实例九: 捷达王轿车部分负荷冒黑烟, 有时换挡熄火·····	(238)
实例十: 捷达王轿车发动机怠速发抖·····	(238)
实例十一: 奥迪 A6 轿车发动机转速在 1 000~2 000r/min 时 “游车”·····	(240)
实例十二: 奥迪 200 1.8T 轿车排气管突然冒黑烟, 发动机运转 不稳·····	(241)
实例十三: 奥迪 A6 2.8L 轿车发动机怠速时抖动严重·····	(243)
实例十四: 奥迪 A6 轿车冷车起动容易, 但无法加速, 只能怠速 运转·····	(244)
实例十五: 别克 G 轿车发动机怠速运转不稳·····	(245)
实例十六: 本田雅阁 CD—5 轿车发动机怠速不稳, 且经常熄火·····	(246)
第四节 汽车发动机电子控制系统·····	(247)
实例一: 桑塔纳 2000GSi 轿车发动机冷车起动困难, 起动后 工作正常·····	(247)
实例二: 桑塔纳 2000GLi 轿车冷却液温度升高后发动机突然 熄火·····	(248)
实例三: 桑塔纳 2000GLi 轿车在行驶过程中, 发动机转速 自动降低至熄火·····	(249)
实例四: 富康 RL 轿车发动机在行驶时无规律熄火, 熄火后能起动·····	(250)
实例五: 富康 AL 轿车发动机怠速不稳, 动力性差, 油耗高·····	(251)
实例六: 富康 AL 轿车发动机冷起动困难, 冷却液温度升高后 起动正常·····	(252)

实例七：捷达王轿车行驶中突然熄火，再也无法起动·····	(252)
实例八：捷达王轿车发动机突然无法起动·····	(253)
实例九：捷达王轿车发动机转速达到 3 000r/min 换挡犯闯·····	(254)
实例十：捷达王轿车加速乏力·····	(255)
实例十一：奥迪 100 V6 轿车怠速转速偏高·····	(256)
实例十二：奥迪 100 2.2E 轿车冷车时怠速不稳，有时松开加速 踏板就熄火·····	(257)
实例十三：奥迪 A6 2.8L 轿车发动机冬季不易起动·····	(258)
实例十四：奥迪 A6 轿车偶发性怠速不良·····	(259)
实例十五：本田雅阁 2.0L 轿车发动机熄火后，再起动不着车·····	(260)
实例十六：本田雅阁 2.2 轿车发动机不能起动·····	(262)
实例十七：帕萨特轿车热车起动困难·····	(262)
实例十八：帕萨特轿车起动后不久突然自动熄火，立即起动 无法着车·····	(264)
实例十九：红旗世纪星轿车发动机起动困难·····	(264)
第五节 汽车发动机电子点火系统·····	(267)
实例一：桑塔纳 2000GLi 轿车更换点火线圈后，发动机无法起动·····	(267)
实例二：桑塔纳 2000GLi 轿车发动机难以起动，起动后发动机转速极不稳定， 车辆无法正常行驶·····	(268)
实例三：桑塔纳 2000GSi 轿车行驶中加速有时闯车·····	(268)
实例四：捷达轿车修理后，发动机不能起动·····	(269)
实例五：捷达轿车天气越冷，越不容易起动·····	(270)
实例六：捷达轿车冷车难以起动·····	(270)
实例七：捷达前卫轿车急加速时，进气管回火放炮·····	(271)
实例八：捷达王轿车发动机有起动现象，但始终不能起动·····	(273)
实例九：新捷达王轿车发动机急加速时耸车，转速在 2 000r/min 以下时最明显·····	(274)
实例十：红旗 CA7220E 轿车发动机怠速不稳，有时熄火·····	(275)
实例十一：红旗世纪星轿车发动机没有高压电·····	(276)
实例十二：红旗世纪星轿车发动机经常熄火·····	(277)
实例十三：别克 GLX 轿车急加速时进气管处有回火声音，而缓慢加油时 则正常·····	(278)
实例十四：本田雅阁轿车发动机温度高时不易起动，温度低时正常·····	(279)

第一章

汽车发动机常用检测与诊断设备

现代轿车发动机是集新技术、新工艺和新材料于一体的高科技产物，虽然它的可靠性越来越高，但由于工作条件恶劣，它仍是汽车运行中故障最多的总成，也是检测诊断和维修的重点和难点。如何快捷地对电喷轿车发动机进行故障检测诊断和维修，传统的眼看、手摸、耳听、鼻闻和拆拆装装的方法已不能完全适应这种新结构，它要求现代维修人员借助现代汽车维修仪器设备，运用正确的检测诊断方法和专家积累的诊断经验，才能迅速、准确诊断出故障。近年来，仪器设备在汽车发动机检测与诊断中的应用越来越广泛，要充分地发挥其功能和作用，就必须了解各种常用检测仪器设备的功能，熟悉它们的使用要求和注意事项，掌握正确的操作方法。

第一节 数字式万用表

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、分辨力高、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、抗干扰能力强和便携等优点，是汽车发动机检测与诊断中不可缺少的常用仪器。数字式万用表除了可以用来检测电阻（ Ω ）、电流（A）和电压（V）、温度和转速外，有些还具有测试脉冲、振幅和频率等功能。

一、数字式万用表的特点

（一）高集成度与多功能

数字式万用表的 A/D 转换器采用大规模集成电路，外围电路十分简单，只需少量辅助芯片及其他元件，其整机耗电很少，电源为 9V 电池。它除具有指针式万用表的一般测试功能外，还可测试电容、电导、温度和频率等参数，有的还能自动调整测试量程。

（二）过载保护及抗干扰能力强

拥有较完善的过载保护电路和外界干扰防护设施，比如用电阻挡测试 220V 交流电压，即便烧坏快速熔断管和量程开关，也不会损坏大规模集成电路的 A/D 转换器。

(三) 输入阻抗高, 功耗小

输入阻抗指万用表的输入端与负极之间的阻抗, 输入阻抗高的数字式万用表在测试过程中通过的电流很小, 一是不会影响被测电路, 特别是汽车电控系统中传感器及执行元件的输入输出信号和工作状态; 二是通过电流小, 功率损耗也小。

(四) 测试范围宽

数字式万用表具有较宽的测试范围 (表 1-1), 可以满足较多种类和量程的测试需要。

表 1-1 数字式万用表的测试范围

被测项目 位数	直流电压	交流电压	直流电流	交流电流	电阻	电导	电容	频率	晶体管放大倍数 h_{FE}
$3\frac{1}{2}$	200mV~ 1 000V	0.01mV~ 700V	20 μ A~ 20A	20 μ A~ 20A	200 Ω ~ 20M Ω				0~1 000
$4\frac{1}{2}$	0.01mV~ 1 000V	0.01mV~ 700V	0.01 μ A~ 20A	1.0 μ A~ 20A	0.1 Ω ~ 20M Ω	0.1ns~ 100ns	0.1pF~ 20 μ F	10Hz~ 20kHz	0~1 000

(五) 可从液晶显示器的位数了解其测量精度、分辨能力与分辨率

液晶显示器的位数是这样定义的: 若某万用表最大显示值是 $\pm 1\,999$, 则其位数定义为 $3\frac{1}{2}$ 位, 这是因为 $1\,999 + 1 = 2\,000$, 3 个 9 记为 3; 2 000 的首位 2 记在分母; 1 记在分子。同样, 若万用表的最大显示值是 $\pm 2\,999$, 则其位数记为 $3\frac{2}{3}$ 。液晶显示器的位数通常有 $2\frac{1}{2}$ 、3、 $3\frac{1}{2}$ 、 $3\frac{2}{3}$ 、 $3\frac{3}{4}$ 、 $4\frac{1}{2}$ 、 $4\frac{3}{4}$ 、 $5\frac{1}{2}$ 、……位数值越大其测试精度越高, 常用数字式万用表的测试精度如表 1-2 所示。

表 1-2 常用数字万用表的测试精度

测试项目 万用表类型		直流电压	直流电流	交流电压	电阻	典型产品
数字式	$3\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.8\%$	$\pm 1.0\%$	DT830A
	$4\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.03\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.05\%$	HZ1942
	$5\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.002\%$	$\pm 0.04\%$	$\pm 0.07\%$	$\pm 0.0028\%$	8840A

数字式万用表的分辨能力就是其最小量程末位的一个单位, 比如 $3\frac{1}{2}$ 位数字式万用表的直流电压最小量程为 200mV, 其分辨能力就是 1mV ($1\,000\mu$ V)。数字式万用表的

分辨率是其所显示的最小数字与最大数字之比，比如 $3\frac{1}{2}$ 位万用表可显示的最小数字为 1，最大数字为 1 999，则其分辨率为 $1/1\ 999 = 0.05\%$ 。数字式万用表的分辨能力与分辨率如表 1-3 所示。

表 1-3 数字式万用表的分辨能力与分辨率

万用表位数	最大显示值	最高分辨能力 (μV)	最高分辨率 (%)
$2\frac{1}{2}$	199	1 000	0.5
$3\frac{1}{2}$	1 999	100	0.05
$3\frac{3}{4}$	3 999	100	0.025
$4\frac{1}{2}$	19 999	10	0.005

(六) 可读出测试过程中的瞬时位

数字式万用表的测试速率（每秒钟的测试次数）是很高的，比如， $3\frac{1}{2}$ 、 $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表的测试速率为 2~5 次/s； $4\frac{3}{4}$ 位数字式万用表为 20 次/s。对于变化频繁的参数量在液晶显示器上一闪而过，为了清楚地读出它们，在数字式万用表的面板上设一“HOLD”键，测试过程中按下此键，屏幕显示的数值保持不变，再按一次，数字式万用表便继续进行测量。

二、数字式万用表的使用注意事项

(一) 应注意的一般事项

(1) 使用前应认真阅读使用说明书，详细了解其结构、性能与用法。为防止损坏液晶显示器和引起集成电路及印刷电路板漏电，禁止在潮湿、高温、多尘和阳光直射下使用，适宜的工作环境温度是 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ ，空气湿度 $< 80\%$ 。

应在清洁干燥、环境温度适宜、无外界强电磁场干扰、没有震动条件下使用数字式万用表。

(2) 测量之前，需仔细检查表笔有无裂痕和引线的绝缘层是否损坏，以确保安全。

(3) 应正确选择测试项目与量程，当无法估计被测电压或电流时，应先用最大量程试验，若被测电压 $> 100\text{V}$ ，在测试过程中，严禁转动量程开关，以免烧坏触点。测试时仅在高位显示数字“1”，说明万用表过载，应调到较高量程测试。

(4) 尽管袖珍数字式万用表内部电路有比较完善的保护措施，还是应避免出现误操作，例如用电流挡去测电压，用电阻挡去测电压或电流，用电容挡去测带电的电容量，以免损坏仪表。

测量之前必须明确要测什么和怎样测,然后选择相应的测量项目和合适的量程。

当拿起表笔准备测量时,一定要核对测量项目和量程开关是否拨对位置,输入插孔(或专用插口)是否选对。对于自动量程式袖珍数字式万用表,亦不得按错功能键或把输入插口搞错。

(5) 多数万用表具有自动关机功能,当开机时间超过 15min 便自行关机。若需继续使用可重新启动。具有读数保持键(HOLD)的万用表,在不能刷新显示数字时,可按一下保持键,如果是峰值保持键(PK HOLD),按下时只显示并保持最大数值。

(6) 开机后,若液晶显示器不显示,则应检查测试线的各连接部位连接是否可靠,熔丝有无烧损。若显示低压指示符号,说明电池电量不足,应予更换,更换电池时应先关闭电源开关。

(7) 测量完毕后,应将量程开关拨至最高电压挡,再关闭电源,以防止下次误操作损坏仪表。

(8) 袖珍数字式万用表常用的熔丝管有多种规格(如 0.2A、0.3A、0.5A、1A、2A),更换时必须选用与原规格相同的熔丝管。

(9) 长期不使用的袖珍数字式万用表,其中的电池应取出,以免电池渗出电解液将印制板腐蚀。

(10) 不得随意打开袖珍数字式万用表拆卸线路,以免造成人为故障或改变已调好的技术指标。

(11) 万用表的防护套和后盖上的屏蔽层不得损坏或拆除,万用表各部件不能用汽油或有腐蚀性的清洁剂擦洗。

(二) 发动机电控系统万用表检测的注意事项

(1) 首先检查保险丝、易熔线和接线端子的状况,在排除这些地方的故障后再用万用表进行检查。

(2) 在测量电压时,点火开关应接通(ON),蓄电池电压应不低于 11V。

(3) 在用万用表检查防水型连接器时,应小心取下皮套(图 1-1 (a)),用测试表笔插入连接器检查时不可对端子用力过大(图 1-1 (b))。检测时,测试表笔可以从带有配线的后端插入(图 1-2 (a)),也可以从没有配线的前端插入(图 1-2 (b))。

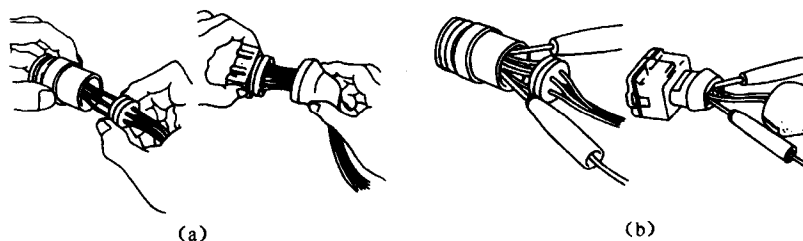


图 1-1 检查防水型连接器

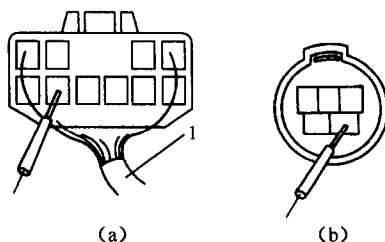


图 1-2 表笔插入连接器
1-配丝

(4) 测量电阻时要在垂直和水平方向轻轻摇动导线，以提高准确性。

(5) 检查线路断路故障时，应先脱开电脑和相应传感器的连接器，然后测量连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。

(6) 检查线路搭铁短路故障时，应拆开线路两端的连接器，然后测量连接器被测端子与车身（搭铁）之间的电阻值。电阻值大于 $1\text{M}\Omega$ 为无故障。

(7) 在拆卸发动机电子控制系统线路之前，应首先切断电源，即将点火开关断开（OFF），拆下蓄电池极桩上的接线。

(8) 连接器上接地端子的符号因车型的不同而不同，应注意对照维修手册辨认。

(9) 测量两个端子间或两条线路间的电压时，应将万用表（电压挡）的两个表笔与被测量的两个端子或两根导线接触（图 1-3（a））。

(10) 测量某个端子或某条线路的电压时，应将万用表的正表笔与被测的端子或线路接触；而将万用表的负表笔与地线接触（图 1-3（b））。

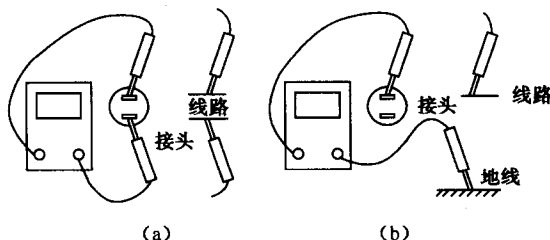
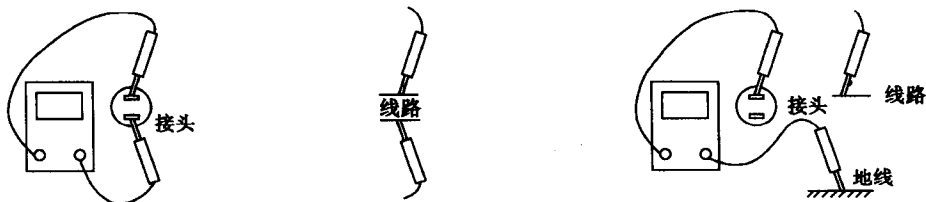


图 1-3 用万用表测量端子或线路的电压

(11) 检查端子、触点或导线等的导通性，是指检查端子、触点或导线等是否通电而没有断开，可用万用表电阻挡测量其电阻值的方法进行检查（图 1-4）。

(12) 在测量电阻或电压时，一般要将连接器拆开，这样就将连接器分成了两部分，其中一部分称为某传感器（或执行部件）连接器；另一部分称为某传感器（或执行部件）导线束连接器或导线束一侧的某传感器（或执行部件）连接器（或连接器套）。例如，拆下喷油器上的连接器后，其中一部分称为喷油器连接器，另一部分则称为喷油器导线束连接器或导线一侧的喷油器连接器。在测量时，应弄清楚是哪一部分连接器。



(a) 检查端子间的导电性 (b) 检查导线间的导电性 (c) 检查端子与地线、导线与地线间的导电性

图 1-4 用万用表检测导电性

(13) 所有传感器、继电器等装置都是和电脑连接的，而电脑又通过导线和执行部件连接，所以在检查故障时，可以在电脑连接器的相应端子上进行测试。

(三) 数字式万用表在进行以下特殊功能测试时应当注意：

(1) 频率挡的测试范围一般为 $10\sim 20\text{Hz}$ ，同时其电压为 $50\text{mV}\sim 10\text{V}$ ，注意若电压高于 10V 会使频率的测试误差增大。频率挡输入的阻抗较高，测试时表笔未接触信号源时，屏幕上可能就显示数值，这不会影响测试结果。

(2) 数字式万用表采用容抗法测试电容，可以自动归零，不必考虑电容挡的零点误差。注意测试电容器之前，必须先行短路放电，以防损坏万用表。

(3) 测试三极管的放大倍数应使用 h_{FE} 挡，注意 PNP 型与 NPN 型的三个电极不能插错，另外由于测试时电压较低（集电极约 3V ），电流小（基极约 $10\mu\text{A}$ ），其测试结果仅供参考。

用数字式万用表测试穿透电流较大的三极管（如 $3\text{A}\times 31$ 、 $3\text{A}\times 81$ ）时，其测试结果会高 $20\%\sim 30\%$ 。

利用 h_{FE} 挡插口测试发光二极管时，测试的时间要尽量缩短，以免降低万用表电池的使用寿命。

(4) 具有相对值测试键（ $\text{REL}\triangle$ ）的万用表，当按下该键时，屏幕会显示“—MEM”，进入该功能后，每次测值中的个位和十位数均会存储，并在下次测试中自动扣除，若下次测值小于上一次的，屏幕会显示负值。

(5) 具有逻辑测试挡（LOGIC）的数字式万用表，可测试逻辑电平、晶体管逻辑电路（TTL）、晶体管数字电路故障，当测试到低（或高）电平时，屏幕会显示▼或 Low（或▲HIGH）。

该挡还可估计脉冲信号的占空比，当被测信号占空比约 50% 时，所显示的符号▼▲颜色深浅相同；占空比 $>50\%$ 时，则▼符号色浅，▲符号色深；占空比 $<50\%$ 时，▼色深，▲色浅。

三、数字式万用表的使用方法

(一) 数字式万用表在汽车电控系统检测中的应用

1. 检测的注意事项

(1) 拆卸蓄电池时应先拆下负极导线，安装蓄电池时应最后连接负极导线，而且应

确保点火开关及其他开关均已关闭，否则会使半导体器件损坏。

(2) 拆装元器件时应先切断电源，不要硬撬猛砸，安装插接件时，应保证将其插到底。电控单元线束应用卡子固定，拆装时注意线束不被损坏或卡住。

(3) 检查线路故障应先检查熔断丝、接线端和连接器，用万用表表笔从连接器前端插入检查时不可用力过大，以免引起端子变形。

2. ECU 的电路检测实例

(1) 电路分析

为迅速判断故障，在用万用表检测之前，可先分析与 ECU 相关的电路是否发生短路（图 1-5）。

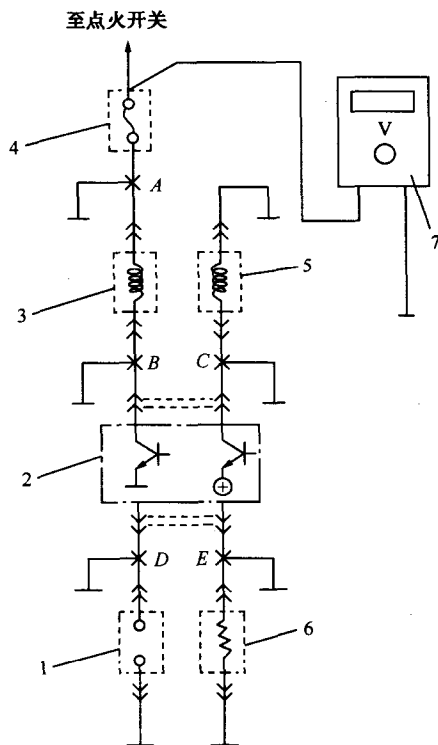


图 1-5 与 ECU 相连接的短路检查

1-开关；2-电控单元 (ECU)；3、5-线圈；4-熔断器；6-传感器；7-万用表

若 A 点短路，熔断器 4 的熔片会烧断；若 B 点短路，则接通点火开关，线圈 3 即开始工作，不再受 ECU 的控制；若 C 点短路，当点火开关接通时，ECU 内三极管会烧坏；若 D 点短路，ECU 会误认为开关 1 已接通；若 E 点短路，ECU 会认为传感器 6 的电阻值为零。

(2) 检测步骤

①查找短路

举例之一如图 1-5 所示, 检查与 ECU 相连接电路的短路, 方法是: 取下熔断器 4 的熔片, 拔下所有的插头, 用万用表测试熔断器 4 的输入端和接地之间的电压应为电源电压。若插入熔断器 4 的熔片后电压显示值发生变化, 则说明线圈 3 和熔断器 4 之间的导线对地短路。用同样方法也可测出电路的其他部分有无对地短路。

另一个例子如图 1-6 所示, 检查传感器与 ECU 之间的导线有无短路, 拔下插接器 A、C、D、F, 用万用表 Ω 挡测量导线 AC 和 DF 的对地电阻值, 若 AC 电阻为零, DF 的电阻为 ∞ , 说明导线 AC 对地短路。再将连接器 B、E 脱开, 测试导线 AB 与 BC 段电阻, 若 BC 段对地电阻为零, 说明该段导线对地短路。导线 AC 和 DF 间的电阻应为 ∞ , 若其为零, 说明二者间短路。

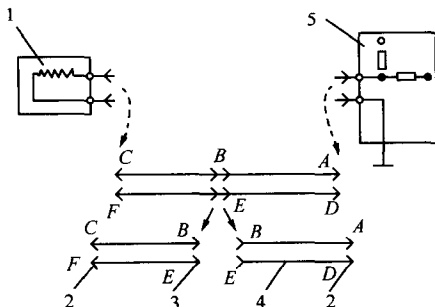


图 1-6 传感器与 ECU 之间的短路检查

②测试 ECU 各导线端子的电压

图 1-7 是皇冠 3.0—2JZ—GE 型发动机 ECU 的导线端子, 表 1-4 是其名称, 表 1-5 是各端子间的标准电压值。检测时, 先打开点火开关, 万用表的负表笔搭铁, 正表笔连接各端子, 万用表所显示的电压值应当符合表 1-5 的要求, 否则可能是有了故障。

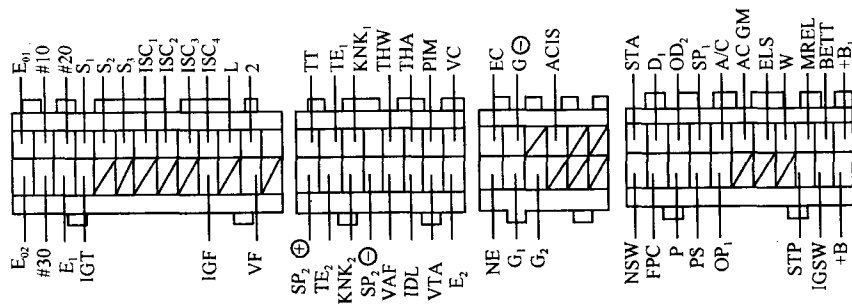


图 1-7 皇冠 3.0—2JZ—GE 发动机 ECU 导线端子