



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训教材

汽车典型电控系统 构造与维修

主编 解福泉

主审 周建平 刘 锐



人民交通出版社
China Communications Press

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
中等职业学校汽车运用与维修专业教学用书

汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训教材

Qiche Dianxing Diankong Xitong Gouzao Yu Weixiu

汽车典型电控系统构造与维修

主编 解福泉
主审 周建平
刘 锐



人民交通出版社

内 容 提 要

本书是教育部职业教育与成人教育司推荐教材,也是汽车运用与维修专业技能型紧缺人才培养培训教材。由交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修学科委员会根据教育部颁布的《中等职业院校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》以及交通行业职业技能规范和技术工人等级标准组织编写而成。

本书内容包括:汽车电控系统常用检测设备、电控发动机的构造与维修、电控自动变速器构造与维修、ABS 与 ASR 系统的构造与维修、电控悬架的构造与维修、电控动力转向系统的构造与维修,共 6 个单元。

本书图文并茂,通俗易懂,信息量大,可作为中等职业学校汽车运用与维修专业教材,也可作为相关行业岗位培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

汽车典型电控系统构造与维修 / 解福泉主编. —北京:
人民交通出版社, 2005. 7
ISBN 7-114-05535-8

I. 汽... II. 解... III. ①汽车-电子系统: 控制系统-构造-专业学校-教材②汽车-电子系统: 控制系统-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第 033926号

书 名: 汽车典型电控系统构造与维修

著 作 者: 解福泉

责任编辑: 李 斌

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 中国电影出版社印刷厂

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 322 千

版 次: 2005 年 7 月第 1 版

印 次: 2005 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-114-05535-8

印 数: 0001~5000 册

定 价: 28.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通职业教育教学指导委员会
汽车运用与维修学科委员会

主任委员：魏庆曜

副主任委员：张尔利 汤定国

委 员：唐 好 刘 锐 周建平 颜培钦 李富仓

解福泉 杨维和 屠卫星 黄晓敏 刘振楼

彭运钧 陈文华 崔选盟 崔振民 金朝勇

秘 书：吴玉基 秦兴顺

为深入贯彻《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》以及教育部等六部委《关于实施职业院校制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程的通知》精神,全面实施《2003 ~ 2007 年教育振兴行动计划》中提出的“职业教育与培训创新工程”,积极推进课程改革和教材建设,为职业教育教学和培训提供更加丰富、多样和实用的教材,更好地满足职业教育改革与发展的需要,交通职业教育教学指导委员会汽车运用与维修学科委员会组织全国交通职业院校的专业教师,按照教育部颁布的《中等职业学校汽车运用与维修专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案》的要求,编写了教育部职业教育与成人教育司推荐教材,供中等职业学校汽车运用与维修专业教学使用。

本系列教材符合国家对技能型紧缺人才培养培训工作的要求,注重以就业为导向,以能力为本位,面向市场、面向社会,为经济结构调整和科技进步服务的原则,体现了职业教育的特色,满足了高素质的中、初级汽车专业实用人才培养的需要。

本系列教材在组织编写过程中,认真总结了全国交通职业院校多年来的专业教学经验,注意吸收发达国家先进的职教理念和方法,形成了以下特色:

1. 以《汽车电工与电子基础》、《汽车机械基础》、《汽车发动机构造与维修》、《汽车底盘构造与维修》、《汽车电气设备构造与维修》、《汽车维修质量检验》六门课程搭建专业基本能力平台,以若干专门化适应各地各校的实际需求;

2. 打破了教材传统的章节体例,以专项能力培养为单元确定知识目标 and 能力目标,使培养过程实现“知行合一”;

3. 在内容的选择上,注重汽车后市场职业岗位对人才的知识、能力要求,力求与相应的职业资格标准衔接,并较多地反映了新知识、新技术、新工艺、新方法、新材料的内容。

《汽车典型电控系统构造与维修》是汽车运用与维修专业领域

技能型紧缺人才培养培训核心课程之一,内容包括:汽车典型电控系统各传感器、执行器及电控单元(ECU)的性能监测方法和手段,并对各电控系统常见故障的诊断方法和步骤作了详细分析。应用举例均为国内常见车型,维修方法和数据具有较强的实用性。使学生具备对汽车典型电控系统的性能检测和故障诊断的技能,为毕业后从事高级轿车的维修奠定良好的基础。

参加本书编写工作的有:河南交通职业技术学院高级讲师解福泉(编写单元一、单元二)、吴祥升(编写单元三)、张俊(编写单元四、单元五)、孙松周(编写单元六)。全书由解福泉担任主编,北京市交通学校周建平、吉林交通职业技术学院刘锐担任主审。

限于编者经历和水平,教材内容难以覆盖全国各地的实际情况,希望各教学单位在积极选用和推广本系列教材的同时,注重总结经验,及时提出修改意见和建议,以便再版修订时改正。

交通职业教育教学指导委员会

汽车运用与维修学科委员会

二〇〇五年三月

目 录 MULU

单元一 汽车电控系统常用检测设备	1
1 汽车专用万用表	1
1.1 概述	1
1.2 面板介绍	3
1.3 汽车专用万用表的操作方法	7
2 解码器	10
2.1 解码器的结构简介	10
2.2 解码器的功能	12
2.3 解码器的使用方法	13
3 发动机性能分析仪	21
3.1 发动机性能分析仪的结构简介	22
3.2 发动机性能分析仪的功能	28
3.3 发动机性能分析仪的使用方法	30
4 汽车专用示波器	38
4.1 示波器的结构简介	40
4.2 示波器的基本功能	41
4.3 示波器的使用方法	43
思考与练习	47
单元二 电控发动机的构造与维修	49
1 概述	49
1.1 电控发动机的组成及功能	49
1.2 电控发动机的分类	50
1.3 电控发动机的优点	54
2 电控发动机的控制电路分析	55
2.1 燃油系统控制电路	55
2.2 点火控制电路	60
2.3 怠速控制电路	70
2.4 进、排气控制	77

3 电控发动机的维修	86
3.1 电控发动机各传感器的性能检测	86
3.2 电控发动机的故障诊断与排除	116
思考与练习	136
单元三 电控自动变速器构造与维修	139
1 概述	139
1.1 自动变速器的组成、作用	140
1.2 自动变速器的分类	143
1.3 自动变速器的特点	145
2 自动变速器控制电路分析	146
2.1 控制电路的组成及功能	146
2.2 控制电路的基本原理	154
3 自动变速器的维修	156
3.1 自动变速器主要电控元件的性能检测	156
3.2 自动变速器的故障诊断与排除	161
思考与练习	174
单元四 ABS、ASR 系统的构造与维修	177
1 制动防抱死系统的构造与检修	177
1.1 ABS 的作用与类型	177
1.2 ABS 的基本组成与工作过程	179
1.3 ABS 的故障诊断与检修	183
1.4 典型汽车 ABS 的检修	190
2 驱动防滑系统(ASR)的构造与检修	200
2.1 ASR 系统的作用	200
2.2 驱动防滑系统的控制原理	200
2.3 驱动防滑系统的组成与工作原理	201
2.4 丰田凌志 LS400 轿车 ASR 的检修	204
3 汽车动态控制系统(VDC)	209

思考与练习	211
单元五 电控悬架的构造与维修	212
1 概述	212
1.1 电控悬架的类型与要求	212
1.2 电控悬架的功能	213
2 电控悬架的组成与工作原理	214
2.1 电控空气弹簧悬架系统	214
2.2 电子控制油气弹簧悬架系统	224
2.3 带路况预测传感器的主动悬架系统	226
3 电控悬架的构造与检修	228
3.1 电控悬架系统故障的一般诊断方法	228
3.2 丰田凌志 LS400 轿车电控悬架的构造与维修	229
3.3 马自达车系电控悬架系统的检修	239
思考与练习	244
单元六 电控动力转向系统的构造与维修	246
1 概述	246
2 液压式电控动力转向系统	247
2.1 反力控制式 EPS	247
2.2 流量控制式 EPS	250
2.3 阀灵敏度控制式 EPS	253
3 电控电动式动力转向系统	256
3.1 电控电动式动力转向的特点	256
3.2 电控电动式 EPS 的基本组成	256
3.3 电控电动式 EPS 的工作原理	258
4 典型车辆电控动力转向系统的故障诊断与检修	259
4.1 丰田凌志 LS400 轿车 EPS 的故障诊断与检修	259
4.2 米拉(Mira)轿车电动式 EPS 的故障诊断与检修	260
4.3 三菱轿车 EPS 的检修	263
思考与练习	263
参考文献	265



单元一 汽车电控系统常用检测设备



学习目标



知识目标

正确描述汽车专用万用表、解码器、综合电脑检测仪、专用示波器的功能、组成及面板控制。



能力目标

1. 能使用汽车专用万用表测量并分析各传感器的信号电压、参考电压、电阻、电流,测量发动机转速、点火闭合角、占空比;
2. 能使用解码器读取、清除故障码;读取有关传输系统的数据流。

现代汽车电控系统的检修,须借助专用仪器、设备提供的故障信息实施检修作业。目前,汽车电控系统专用仪器、设备主要有专用万用表、解码器、发动机综合电脑检测仪、汽车专用示波器和喷油器性能检测与清洗设备等。

汽车电控系统专用仪器、设备大多以微处理技术为核心,配以采集信号的传感器,对电控系统的有关资料、参数和数据进行检测和读取,并自动分析、判断存贮和打印,以此来确定故障的最终原因。所以在现代汽车电控系统的诊断检测中,能正确使用专用仪器、设备是十分重要的。

汽车电控系统检测的专用仪器和设备

1 汽车专用万用表

1.1 概述

万用表广泛应用于电工、电子测量领域,主要对电工电子电路中的电量、电量的变化及元器件进行测量。常用的万用表可分为数字多用表(DMM)和指针式万用表(模拟指示仪表)两种,由于指针式万用表在量程、精确度、测量速度和输入阻抗等方面大大逊色于数字万用表,所以在实际测量中,指针式万用表已被数字万用表所替代。

万用表的应用范围及种类

数字式万用表的优点非常突出。它采用数字式测量技



术,使测量结果客观准确,又符合人们的读数习惯。消除了指针的读数视差。数字式万用表的测量范围宽,可满足常规电子测量需要,并且精确度和分辨力远远高于指针式万用表,见表 1-1、表 1-2。

数字式万用表的优点

数字式万用表输入阻抗高(一般为 $10\text{M}\Omega$),因此,在测量过程中被测电路中的电流变化极小,不会影响被测电路的工作状态,既减小测量误差,又可保护电子元器件不被损坏。数字式万用表普遍采用 CMOS 大规律集成电路 A/D 转换器,整机功耗很低。 $3\frac{1}{2}$ 位、 $4\frac{1}{2}$ 位数字式万用表的功耗仅几十毫瓦,可由 9V 叠层电池供电。

数字式与指针式万用表准确度比较 表 1-1

基本准确度 被测量 显示位数	直流电压 DCV	直流电流 DCA	交流电压 ACV	电 阻	典型产品
$3\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 0.8\%$	$\pm 1.0\%$	DT 830A
$4\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.03\%$	$\pm 0.3\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.05\%$	HZ 1942
$5\frac{1}{2}$ 位	$\pm 0.002\%$	$\pm 0.04\%$	$\pm 0.07\%$	$\pm 0.0028\%$	8840A
指针式万用表	$\pm 2.5\%$ $\pm 1.0\%$	$\pm 2.5\%$ $\pm 1.0\%$	$\pm 5.0\%$ $\pm 1.5\%$	$\pm 2.5\%$ $\pm 1.0\%$	500 MF18

数字式万用表最高分辨力指标 表 1-2

显示位数	最大显示值	最高分辨率 (μV)	最高分辨率 (%)	备注
$2\frac{1}{2}$	199	1000	0.5	$1\mu\text{V} = 10^{-6}\text{V}$
$3\frac{1}{2}$	1999	100	0.05	
$3\frac{1}{4}$	3999	100	0.025	
$4\frac{1}{2}$	19999	10	0.005	

由于微电子技术的不断发展,使数字式万用表的外围电路更加简单,集成度高,外形轻巧,测量速率加快。同时,数字式万用表还具有测试功能全,过载保护能力强,抗干扰性能好等优点。

对汽车的电气设备进行故障诊断和检测时,万用表是必不可少的仪表。对于传统发动机来讲,要检测电路中的电压、电流、电阻等参数,使用普通指针式万用表即可。但现代发动机均采用微机控制,使用低阻抗指针式万用表,会对车载电脑及传感器造成损坏。所以,必须采用高阻抗的数字万用表。

一般的数字式万用表只能测量直流和交流电压,直流电流、电阻、二极管、晶体管和电路的通断等。对于电控汽车来



讲,只检测上述参数是远远不够的,还必须检测转速、闭合角、占空比、频率、压力、时间、电容、电感、温度等。这些参数,对于电控汽车的故障诊断是十分重要的。用一般的数字式万用表是无法检测上述参数的。因此,现代电控汽车的检测及故障诊断必须采用汽车专用万用表。

汽车专用万用表也是一种数字式多用表,其外形、结构和工作原理与数字式万用表相同。它承袭了数字式万用表的一切优点,并使其扩展至汽车检测领域。汽车专用万用表的种类很多,大多为进口仪表,虽然面板形式不同,但功能相近,对上述提到的各种参数均能进行检测,常用的有笛威 TWAY9206A、TWAY9406A;美国艾克强(Actron)MODEL 2882, MODEL3002, Sunpro Cp7678;萨美特(Summit)SDM586,SDM786,OTC系列汽车万用表;我国台湾省产品EDA系列汽车万用表等。有的专用数字电表还增加示波器、运行记录器、发动机分析仪的功能,在其外形尺寸不变的情况下,做到了专用数字电表的多功能、多用途。

为实现汽车专用万用表的某些功能,例如测量转速和温度,它还配备了一些配件,如热电偶适配器、热电偶探头、电感式拾取器和感应式电流夹钳等。

不论是哪种型号的汽车专用万用表,除具备一般常规功能外,还具有以下特殊功能。

- (1) 发动机转速检测;
- (2) 温度检测;
- (3) 电控系统传感器的测试;
- (4) 频率、时间(ms)的测试;
- (5) 电磁线圈占空比的检测;
- (6) 闭合角的检测;
- (7) 具有测量数据保持功能;
- (8) 具有最大值、最小值的检测功能。

1.2 面板介绍

汽车专用万用表因型号不同,其面板布置形式各异。但一般包括液晶显示器、功能按键、选择开关和表笔插孔等部分。下面以 SUMMIT SDM586(图 1-1)为例说明汽车专用万用表面板的功能和用途。

1.2.1 选择开关

打开仪表开关,当选择所需要的功能后,所有的功能字符将出现在显示器上 1s,同时,仪表进行自检,随后仪表才能进

汽车专用万用表的种类

汽车专用万用表的特殊功能

汽车专用万用表的组成

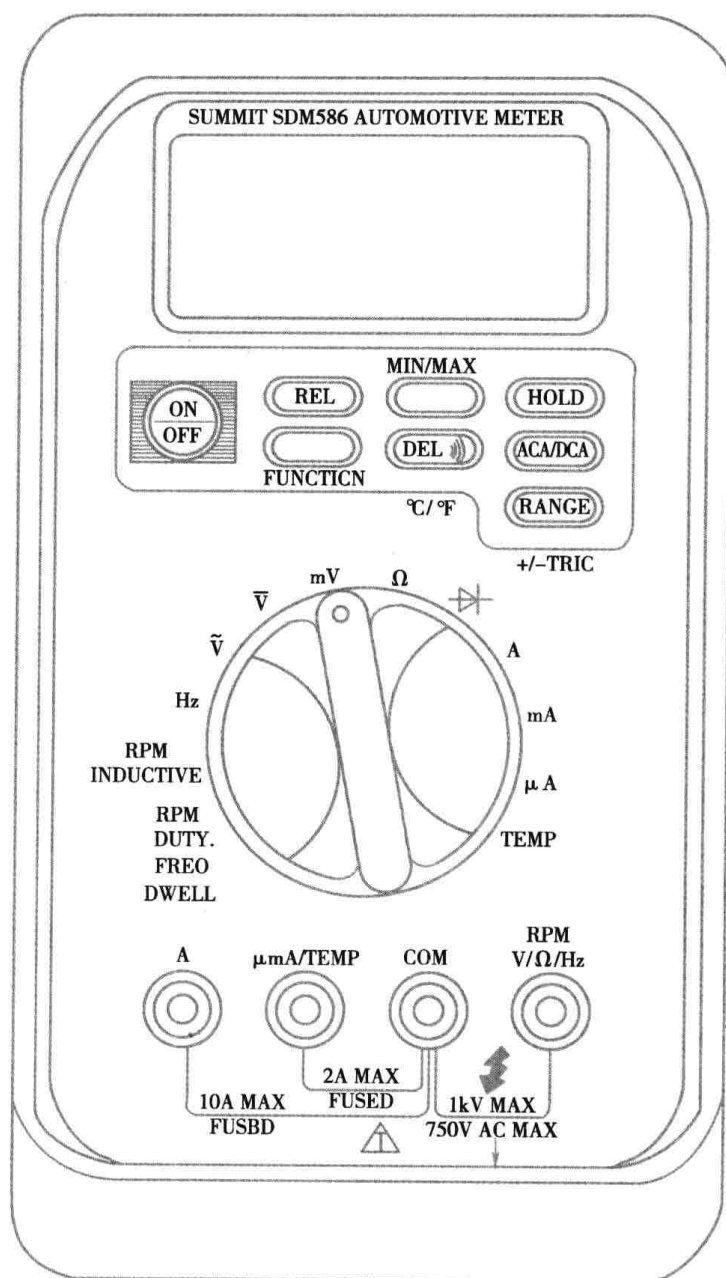


图 1-1 SUMMIT SDM586 汽车专用万用表外形

行正常操作。选择开关如图 1-2 所示。

RPM (Duty Freq Dwell): 使用表笔进行转速、占空比、脉宽和频率测量;

RPM (INDUCTIVE): 感应式转速测量;

Hz: 频率测量, 量程: 200Hz、2kHz、20kHz、200kHz;

$\tilde{V}$: 交流电压测量, 量程: 4V、40V、400V、1000V;

$\bar{V}$: 直流电压测量, 量程: 4V、40V、400V、1000V;

m $\bar{V}$: 直流电压毫伏测量, 量程: 400mV;

$\Omega \cdot \cdot \cdot$): 欧姆与连续性测量, 量程: 400 Ω 、4k Ω 、40k Ω 、

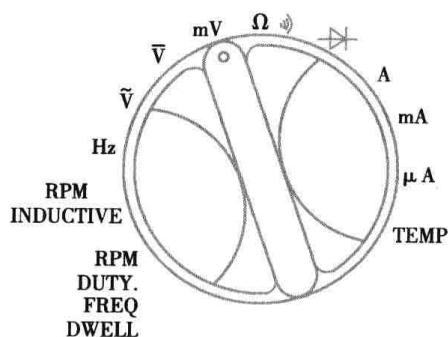


图 1-2 SDM586 选择开关



400k Ω 、4M Ω 、40M Ω ;

—+ :二极管测量,量程:3V;

A:交、直流电流测量,量程:4A、10A;

mA:交、直流电流毫安测量,量程:40mA、400mA;

μ A:交、直流电流微安测量,量程:400 μ A、4000 μ A;

TEMP:温度测量,量程:摄氏: -40 $^{\circ}$ C ~ +1370 $^{\circ}$ C;

华氏: -40 $^{\circ}$ F ~ +2498 $^{\circ}$ F。

选择开关档位的含义

1.2.2 功能按键

当功能键被按下时,相应的符号将出现在显示器上,同时蜂鸣器响,如果转选择开关,功能自动缺省。功能按键控制面板如图 1-3 所示。

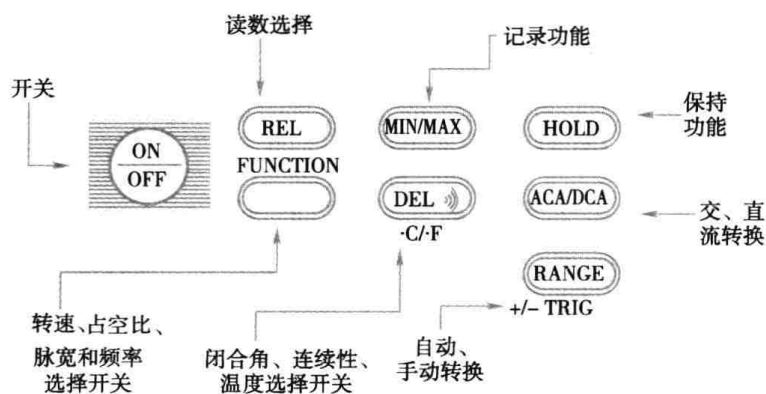


图 1-3 SDM586 功能键

(1) 仪表开关。

(2) 选择相对读数功能;

再次按下退出该功能。

(3) 选择记录功能;

再次按下依次显示最大值、最小值、平均值和目前读数;

按下并保持 3s,退出该功能。

(4) 保持目前读数功能;

再次按下退出该功能。

(5) 交流、直流电流选择键。

(6) 在自动测量范围(AUTO Range)下,按下选择手动范围;

按下并保持 3s,返回自动测量范围;

在进行脉宽,占空比和频率测量时,按下可选择触发相位的十或一;

在进行感应式转速测量时,可选择发动机的冲程数;

在使用表笔进行转速测量时,可选择发动机的气缸数。

(7) 在 RPM(DUTY FREQ DWELL) 档时,可选择闭合角

功能按键的使用



测量;

在欧姆档时,可选择连续性测量;

在进行温度测量时,可选择摄氏或华氏。

(8)在 RPM(DUTY FREQ DWELL)档时,按下可依次选择转速、占空比脉宽和频率的测量。

1.2.3 液晶显示器

显示器除显示测量数值外,还将正在进行的测量项目符号显示在显示器上。如果输入信号稳定,测量结果将很精确,如果输入信号是变化的,可以通过观察显示器下方线柱的高低,完成测量。如果变化值太大,超出线柱显示范围,显示器将显示超载。在占空比(Duty Cycle)测试中,如果信号很高、很低或无信号,显示器也显示超载。现将图 1-4 所示显示器上的符号含义说明如下:

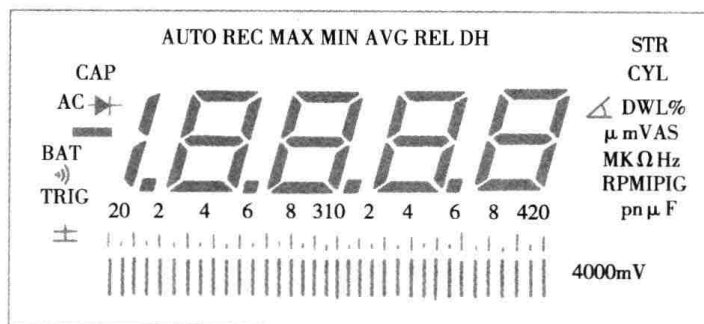


图 1-4 SDM586YE 液晶显示器

液晶显示器的符号含义

AUTO:自动选择最佳测量范围;

REC:记录功能;

MAX:记录功能所记录的最大值;

MIN:记录功能所记录的最小值;

AVG:记录功能所记录的平均值;

REL:相对读数;

DH:数值保持功能;

CAP:电容测量;

AC:交流电流或电压测量;

BAT:仪表电池低电压显示;

TRIG:十、一触发器;

STR:发动机冲程数选择,2 或 4;

CYL:发动机气缸数选择,最多至 8 缸;

△DWL:闭合角;

RPM IP:使用感应式夹钳测量转速,将夹钳夹在一缸高压线上;



RPM IG:使用表笔测转速。将表笔接在点火线圈低压接柱上;

V:电压档;

mV:毫伏电压档;

A:电流档;

mA:毫安电流档;

μ A:微安电流档;

%:占空比测量;

Ω :欧姆或阻抗测量;

k Ω :千欧;M Ω :兆欧;

Hz:频率测量;

kHz:千频测量;

ms:毫秒测量,使用于喷油脉宽;

C/F:摄氏或华氏温度测量;

—+ :二极管测量;

·))) :显示连续性。

1.3 汽车专用万用表的操作方法

汽车专用万用表型号不同,其操作方法也有所不同,具体方法应阅读说明书。下面以 SUMMIT SDM586 为例,介绍汽车专用万用表的操作方法。

1.3.1 使用注意事项

汽车专用万用表使用注意事项

- (1)在使用仪表之前,详细阅读说明书;
- (2)工作区域内禁烟火;
- (3)测量前正确选择测量档位;
- (4)当需新选择测量档位时,应将其中一支表笔脱开;
- (5)要在通风良好、合适的温度(0~40℃)和湿度(RH<85%)下使用;
- (6)长时间不使用仪表时,将电池取出;
- (7)输入端的电压或电流不应超过插孔旁的警告指示值,以免损坏内部电路。

1.3.2 测量方法

汽车专用万用表的测量方法

现代电控汽车在进行检测与诊断时,需要测量的参数很多,现将一些特殊参数的测量方法介绍如下。

1.3.2.1 占空比的测量。以电控喷油器的占空比信号为例介绍如下:

- (1)仪表开机,将选择开关转至 RPM(Duty Freq Dwell) 占空比的测量步骤档;



- (2) 按下功能键 FUNCTION, 直至占空比符% 出现为止;
- (3) 测量表笔与仪表连接方法如图 1-5 所示;

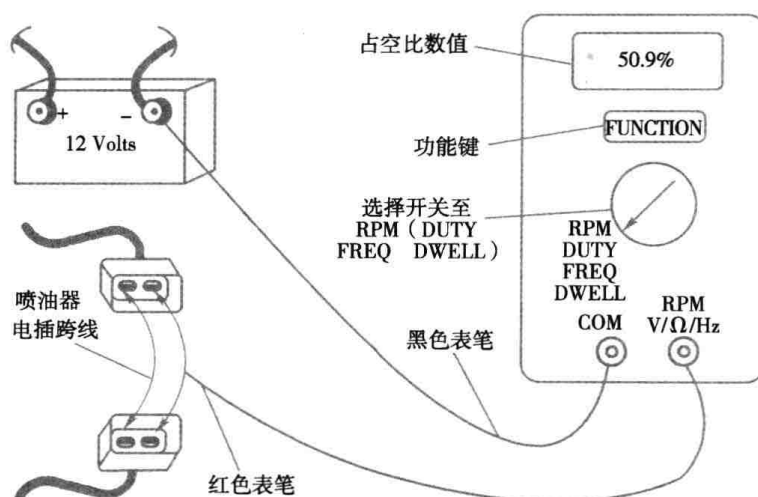


图 1-5 占空比测量

- (4) 黑色测量表笔良好接地。红色测量表笔接喷油器电插的信号线。

起动发动机。从显示器上即可读占空比的数值。

1.3.2.2 氧传感器输出电压信号的测量:

氧传感器输出电压信号的测量步骤

- (1) 仪表开机, 将选择开关转至 DC 档;
- (2) 测量表笔与仪表的连接方法如图 1-6 所示;

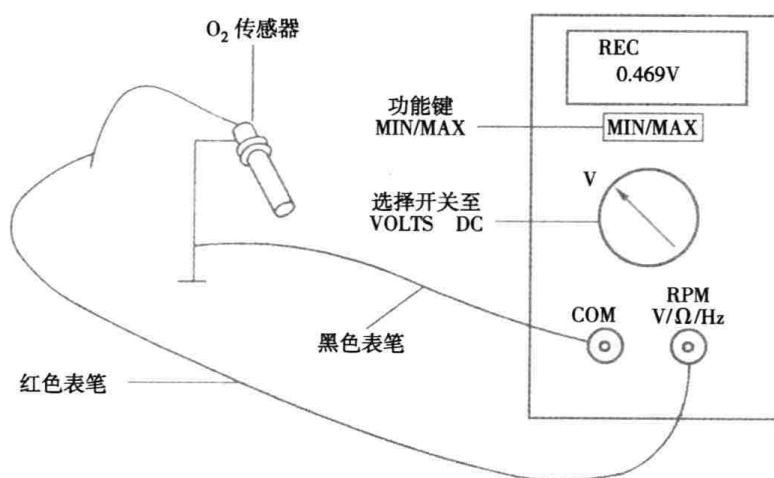


图 1-6 氧传感器输出电压的测量

- (3) 黑色测量表笔良好接地, 红色测量表笔接氧传感器输出信号线;
- (4) 按下仪表上功能键 MIN/MAX, 选择记录功能;
- (5) 起动发动机并至快怠速;
- (6) 按下功能键 MIN/MAX, 仪表显示氧传感器的最低输出电压。