



中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电控发动机维修

第二版

(汽车运用与维修专业)

主编 解福泉



高等教育出版社

中等职业教育国家规划教材
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电控发动机维修

第二版

(汽车运用与维修专业)

主 编 解福泉
责任主审 冯晋祥
审 稿 于明进 万 征

高等教育出版社

内容简介

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部颁发的中等职业学校“汽车运用与维修专业教学指导方案”,并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级考核标准编写的。

本书主要包括:汽车专用万用表、电控发动机专用诊断设备、电控汽油发动机概述、电控汽油发动机燃料系统与性能检测、电控单元(ECU)与汽油机电子控制、电控汽油发动机自诊断系统、电控汽油发动机常见故障现象及诊断方法、电控柴油发动机概述、柴油喷射系统的控制、电控柴油机的故障诊断等。每章设有学习目标、实训项目、小结和思考题。

本书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

电控发动机维修/解福泉主编. —2版. —北京:高等教育出版社,2007.5

汽车运用与维修专业

ISBN 978 - 7 - 04 - 021064 - 4

I. 电... II. 解... III. 汽车-电子控制-发动机-车辆修理-专业学校-教材 IV. U472. 43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 049104 号

策划编辑	席东梅	责任编辑	李京平	封面设计	于涛	责任绘图	朱静
版式设计	马静如	责任校对	王雨	责任印制	朱学忠		

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010 - 58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京鑫海金澳胶印有限公司

开 本 787 × 1092 1/16
印 张 18
字 数 430 000

购书热线 010 - 58581118
免费咨询 800 - 810 - 0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2002 年 7 月第 1 版
2007 年 5 月第 2 版
印 次 2007 年 5 月第 1 次印刷
定 价 22.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 21064 - 00

第一版前言

本书是中等职业教育国家规划教材,是根据教育部新颁的中等职业学校“汽车运用与维修专业教学指导方案”,并参照有关行业职业技能鉴定规范和中级技术工人等级考核标准编写的,可作为汽车运用与维修专业及相关专业教材,也可作为相关行业岗位培训和自学用书。

本教材是汽车运用与维修专业执行模块化教学后,学生在进入最后学习阶段时,为重点掌握一至二项现代汽车专门维修技术而设置的专修课程。其任务是在学生已获得汽车维修基本知识和技能的基础上,进一步学习电控发动机的结构、原理和维修技术,使学生具备对电控发动机进行维护、故障诊断、修理的技能,为毕业后从事高级轿车的维修奠定良好的基础。

本教材全面系统地阐述了电控发动机的组成、作用、结构原理和使用维修,图文并茂,通俗易懂,信息量大,切合实际。根据目前轿车维修市场对所需人才的定位要求,在加强技能培养的同时,注重培养学生的创新精神、认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

本教材教学时数为110学时,教学内容及课时分配见下表(供参考)。

章次	课程内容	教学内容	教学时数			
			合计	讲授	实训	机动
第一章	电 控 发 动 机 的构造与原理	电控汽油发动机概述	2	2		
		电控汽油机燃料系统的组成及作用	8	6	2	
		汽油机点火系统的电子控制	6	4	2	
		汽油机辅助系统的电子控制	8	6	2	
		汽油机电子控制的自诊断系统	16	8	8	
第二章	电 控 发 动 机 专用仪器、设备 的使用	汽车专用万用表	20	8	12	
		电控发动机专用诊断设备				
第三章	电 控 发 动 机 的维修	电控发动机控制系统传感器测试	14	6	8	
		发动机电控系统维护和测试	14	6	8	
		电控发动机常见故障的诊断与排除	22	8	12	2
总 计			110	54	54	2

本教材由河南省交通学校高级讲师解福泉主编,具体编写分工为:第一章由解福泉编写;第二章由河南省交通学校朱学军编写;第三章第一节由山西省交通学校任成尧编写;第三章第二、三节由河南省交通学校张俊编写。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由山东交通学院冯晋祥教授担任责任主

审,山东交通学院于明进副教授、万征副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳望读者批评指正。

编 者

2001 年 12 月

第二版前言

本书第一版自 2002 年 8 月出版发行以来,已有多次印刷。但是根据我国汽车发动机的发展和使用以及教师反馈的建议,特对本教材进行修订。与修订前比较,其特点主要体现在以下几个方面。

1. 电控发动机专用仪器设备、设备的使用作为第一篇,并将主要设备的讲解,由进口设备改为国产设备,更加符合职业技术学校实训设备的配置情况。

2. 对知识的组合进行了模块化整理,使教学过程更加符合职业教育的规律。

3. 根据我国汽车发动机的发展情况,新增加了电控柴油发动机维修的内容。

本教材修订后,特点鲜明,全面系统地阐述了电控发动机的组成、作用、结构原理和使用维修,图文并茂,通俗易懂,信息量大,切合实际。根据目前轿车维修市场对所需人才的定位要求,在加强技能培养的同时注重培养学生的创新精神、认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

本教材教学时数为 110 学时,教学内容及课时分配见下表(供参考)。

篇次	章次	课程内容	教学内容	教学时数			
				合计	讲授	实训	机动
第一篇	第一章	汽车专用万用表	概述 汽车专用万用表的使用方法	4	2	2	
	第二章	解码器	概述 常见解码器的使用方法	6	2	4	
	第三章	汽车专用示波器	概述 汽车专用示波器的使用方法	6	2	4	
	第四章	发动机性能分析仪	概述 发动机性能分析仪的使用方法	4	2	2	
第二篇	第五章	电控汽油发动机概述	组成、功能、分类、优点	2	2		
	第六章	电控汽油发动机的燃料系统与性能检测	空气供给系统、燃油供给系统、电子控制系统	24	16	8	
	第七章	电控单元(ECU)与汽油机电子控制	电控单元、电动汽油泵控制、燃油喷射控制、点火控制、怠速控制、净化与排放控制、进气控制	16	8	8	
	第八章	电控汽油发动机自诊断系统	概述、常见车型自诊断系统的测试、OBD-Ⅱ自诊断系统	12	6	6	
	第九章	电控汽油发动机常见故障现象及诊断方法	电控汽油发动机维修注意事项、故障诊断基本方法、常见故障诊断方法	12	4	8	

续表

篇次	章次	课程内容	教学内容	教学时数			
				合计	讲授	实训	机动
第三篇	第十章	电控柴油发动机概述	电控柴油发动机的发展概况、特点、分类	2	2		
	第十一章	柴油发动机喷射系统的控制	保留机械式喷油泵的电子控制、新型柴油喷射的电子控制	14	6	4	
	第十二章	电控柴油发动机的故障诊断	基本方法和注意事项、常见故障现象和诊断方法	8	4	4	
合 计				110	56	50	4

本教材由河南交通职业技术学院解福泉主编,具体编写分工为:第一篇由胡延吉编写;第二篇第五、六章由解福泉编写;第二篇第七章由廖军编写;第二篇第八、九章由陈纪民编写;第三篇第十、十一章由齐伟编写;第三篇第十二章由赵董礼编写。

本书通过全国中等职业教育教材审定委员会审定,由山东交通学院冯晋祥教授担任责任主审,由山东交通学院于明进副教授、万征副教授审稿。他们对书稿提出了很多宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳望读者批评指正。

编 者

2007年1月

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神,落实《面向21世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划,根据教育部关于《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1号)的精神,我们组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从2001年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和80个重点建设专业主干课程的教学大纲(课程教学基本要求)编写,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件学校的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

二〇〇一年十月

目 录

第一篇 电控发动机专用仪器、设备的使用

第一章 汽车专用万用表	3	第三章 汽车专用示波器	19
第一节 概述	3	第一节 概述	19
第二节 汽车专用万用表的使用方法	7	第二节 汽车专用示波器的使用方法	24
实训项目 汽车专用万用表的使用	10	实训项目 汽车专用示波器的使用	26
小结	10	小结	26
思考题	10	思考题	26
第二章 解码器	12	第四章 发动机性能分析仪	28
第一节 概述	12	第一节 概述	28
第二节 解码器的使用方法	15	第二节 发动机性能分析仪的使用方法	32
实训项目 解码器的使用	17	*实训项目 发动机性能分析仪的使用	35
小结	18	小结	35
思考题	18	思考题	35

第二篇 电控汽油发动机的维修

第五章 电控汽油发动机概述	39	第二节 电动汽油泵的控制	112
第一节 电控汽油发动机的组成及功能	39	第三节 燃油喷射控制	114
第二节 电控汽油喷射系统的分类	40	第四节 点火控制	129
第三节 电控汽油发动机的优点	45	第五节 发动机怠速控制	144
实训项目 电控汽油发动机总体构造认识	45	第六节 排气净化与排放控制	154
小结	46	第七节 进气控制	160
思考题	46	小结	164
第六章 电控汽油发动机的燃料系统与性能检测	48	思考题	164
第一节 空气供给系统	48	第八章 电控汽油发动机自诊断系统	168
第二节 燃油供给系统	50	第一节 概述	168
第三节 电子控制系统	59	第二节 常见车型自诊断系统的测试	170
第七章 电控单元(ECU)与汽油机电子控制	108	第三节 OBD-II 自诊断系统	191
第一节 电控单元(ECU)	108	小结	195
		思考题	196
		第九章 电控汽油发动机常见故障现象及诊断方法	198

第一节 电控发动机维修注意事项	198	诊断方法	207
第二节 电控汽油发动机故障诊断的 基本方法	200	小结	224
第三节 电控汽油发动机常见故障的 思考题		225	
第三篇 电控柴油发动机的维修			
第十章 电控柴油发动机概述	229	小结	256
第一节 电控柴油发动机的发展概况 ..	229	思考题	257
第二节 电控柴油发动机的特点	233	第十二章 电控柴油发动机的故障 诊断	259
第三节 电控柴油发动机的分类	237	第一节 电控柴油发动机故障诊断的 基本方法和注意事项	259
小结	241	第二节 电控柴油发动机的故障诊断 与维修	262
思考题	242	实训项目 电控柴油发动机的故障 诊断	273
第十一章 柴油发动机喷射系统的控制 ..	244	小结	273
第一节 保留机械式喷油泵的电子 控制	244	思考题	274
第二节 新型柴油喷射的电子控制	248		
实训项目 电控柴油发动机的构造 认识	255		
参考文献			275

第一篇

电控发动机专用仪器、设备的使用

电控发动机需借助专用仪器、设备提供的故障信息实施检修作业。目前电控发动机维修作业所采用的专用仪器、设备主要有汽车专用万用表、解码器、汽车专用示波器、发动机性能分析仪和喷油器性能检测与清洗设备等。

电控发动机专用仪器、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、判断存储和打印,以此来确定故障的最终原因。由此可见,在进行电控发动机的维修作业中,能正确使用专用仪器、设备是十分重要的。本篇主要介绍汽车专用万用表、解码器、汽车专用示波器和发动机性能分析仪的功能和使用方法。

第一章 汽车专用万用表

学习目标：

1. 了解汽车专用万用表的组成。
2. 掌握汽车专用万用表的功能和控制面板上各选择开关、功能按键的作用。
3. 掌握汽车专用万用表的使用方法。

第一节 概 述

汽车专用万用表是一种高阻抗($\geq 10\text{ M}\Omega$)数字式多用表,其外形、结构和工作原理与普通数字式万用表基本相同。它承袭了普通数字式万用表的优点,并使其扩展至汽车检测领域。汽车专用万用表的种类很多,多为进口仪表,虽然面板形式不同,但功能相近。常见的有笛威 TWAY 9206A、TWAY 9406A,美国艾克强(Actron) MODEL 2882、MODEL 3002、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。有的汽车专用万用表还具有示波器、运行记录器、发动机分析仪等功能,在其外形尺寸不变的情况下,实现了功能扩展。

汽车专用万用表,一般均具有以下功能:

- (1) 常规的交直流电压、电流和电阻的检测;
- (2) 电路的断路、短路检测,声响指示;
- (3) 线路中的电压降与阻抗的检测;
- (4) 线路中接点压降的检测;
- (5) 汽车交流发电机的检测;
- (6) 发动机转速检测;
- (7) 温度检测;
- (8) 电控系统传感器的测试;
- (9) 频率、时间(ms)的测试;
- (10) 电磁线圈占空比的检测;
- (11) 闭合角的检测;
- (12) 具有测量数据保持功能;
- (13) 具有最大值、最小值的检测功能。

一、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。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。

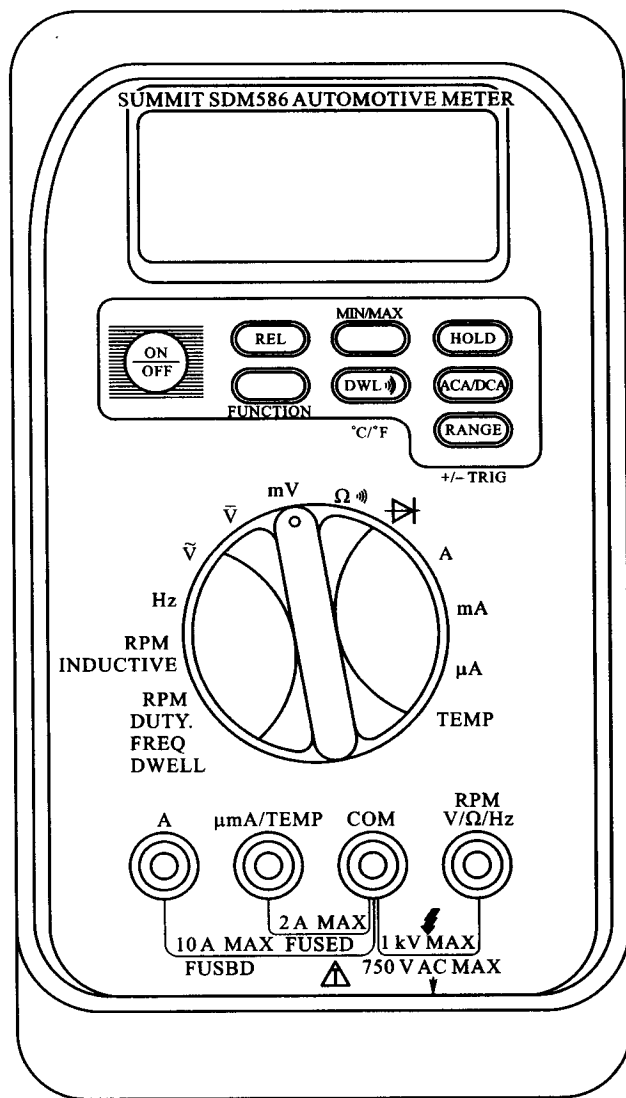


图 1-1 SUMMIT SDM586 汽车专用万用表外形

1. 选择开关

打开仪表开关,当选择所需要的功能后,所有的功能字符将在显示器上显示 1 s,同时仪表进行自检,之后仪表方能进行正常操作。选择开关如图 1-2 所示。

RPM(DUTY FREQ DWELL): 转速、占空比、脉冲宽度和频率测量;

RPM(INDUCTIVE): 感应式转速测量;

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

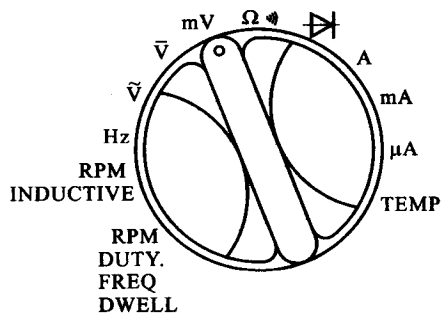


图 1-2 SDM586 选择开关

$\tilde{V}$: 交流电压测量, 量程为 4 V、40 V、400 V、1 000 V;

$\bar{V}$: 直流电压测量, 量程为 4 V、40 V、400 V、1 000 V;

m $\bar{V}$: 直流电压测量, 量程为 400 mV;

$\Omega \cdot \infty$: 电阻与连续性(通断)测量, 量程为 400 Ω 、4 k Ω 、40 k Ω 、400 k Ω 、4 M Ω 、40 M Ω ;

∇ : 二极管测量, 量程为 3 V;

A: 交流、直流电流测量, 量程为 4 A、10 A;

mA: 交流、直流电流测量, 量程为 40 mA、400 mA;

μ A: 交流、直流电流测量, 量程为 400 μ A、4 000 μ A;

TEMP: 温度测量, 量程为 $-40 \sim +1\,370$ $^{\circ}\text{C}$ (摄氏)、 $-40 \sim +2\,498$ $^{\circ}\text{F}$ (华氏)。

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, 同时蜂鸣器发出声响。功能按键控制面板如图 1-3 所示。

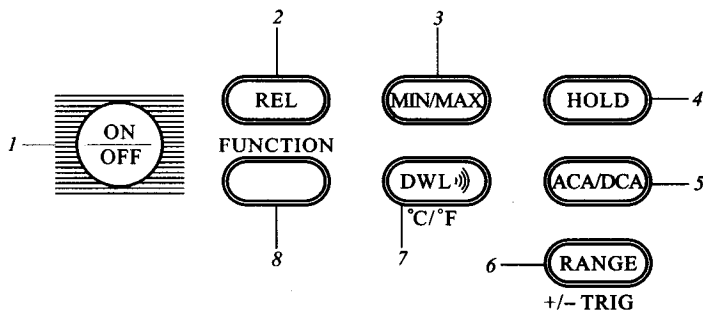


图 1-3 SDM586 功能键

1—开关; 2—读数选择; 3—记录功能; 4—保持功能; 5—交流、直流转换; 6—自动、手动转换;

7—闭合角、连续性、温度选择开关; 8—转速、占空比、脉冲宽度和频率选择开关

功能键说明:

(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 3 s, 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 3 s, 返回自动测量范围; 在进行脉冲宽度、占空比和频率测量时, 按下可选择触发相位的+或-; 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)挡时可选择闭合角测量; 在电阻挡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)挡时, 按下可依次选择转速、占空比、脉冲宽度和频率的测量。

3. 液晶显示器

显示器除显示测量数值外,还将显示正在进行的测量项目符号。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:

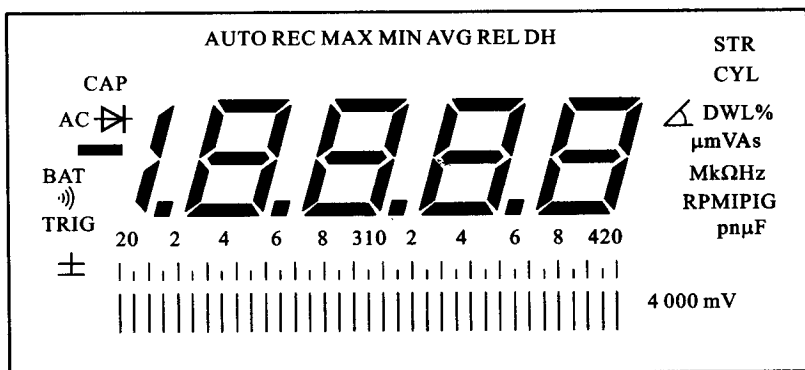


图 1-4 SDM586YE 液晶显示器

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: +、- 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线柱上;

V:电压挡;

mV:毫伏电压挡;

A:电流挡;

mA:毫安电流挡;

μA:微安电流挡;

- %: 占空比测量;
- Ω : 电阻或阻抗测量;
- k Ω : 千欧;
- M Ω : 兆欧;
- Hz、kHz: 频率测量;
- ms: 毫秒测量, 用于测量喷油脉冲宽度;
- $^{\circ}\text{C}/^{\circ}\text{F}$: 摄氏或华氏温度测量;
- ∇ : 二极管测量;
-))) : 显示连续性。

二、使用注意事项

- (1) 在使用仪表之前, 仔细阅读说明书。
- (2) 工作区域内禁烟火。
- (3) 测量前正确选择测量挡位。
- (4) 当需重新选择测量挡位时, 应将其中一支表笔脱开。
- (5) 要在通风良好、合适的温度($0\sim 40^{\circ}\text{C}$)和湿度($RH<85\%$)下使用。
- (6) 长时间不使用仪表时, 应将电池取出。
- (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。

第二节 汽车专用万用表的使用方法

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. 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)挡。
 - (2) 按下功能键 FUNCTION, 直至占空比符号 % 出现为止。
 - (3) 测量表笔与仪表连接方法如图 1-5 所示。
 - (4) 黑色表笔良好接地, 红色表笔接喷油器电插的信号线。
- 起动发动机, 从显示器上即可读出占空比的数值。

2. 氧传感器输出电压信号的测量

- (1) 仪表开机。将选择开关转至 DC 挡。
 - (2) 测量表笔与仪表的连接方法如图 1-6 所示。
 - (3) 黑色表笔良好接触, 红色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高输出电压。
- 再次按下功能键 MIN/MAX, 仪表显示氧传感器的最低输出电压。