



高职高专汽车专业实训类规划教材

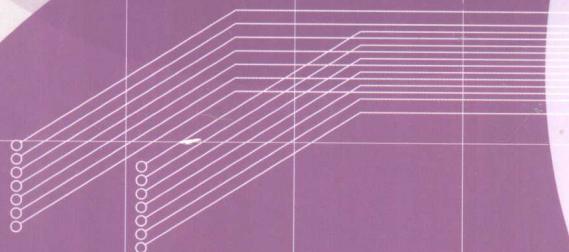
# 汽车电器实训

QICHE DIANQI SHIXUN

主 编 高照亮

副主编 黄会明 任献忠

李学智 严爱芳



217 KW/6,500 rpm

366 n/3,500 rpm



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

高职高专汽车专业实训类规划教材

# 汽车电器实训

主 编 高照亮

副主编 黄会明 任献忠

李学智 严爱芳



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS

浙江大学出版社

### 内容提要

本书根据汽车企业的实际需要,以培养汽车电器技术人员的实际操作能力为宗旨,详细介绍了汽车电器维修基础知识,汽车电器各个系统的结构认识、电路分析、就车检查方法、总成拆装及检修工艺、故障诊断与排除的方法步骤以及全车线路的连接与检修等。

内容翔实,文图并茂,通俗易懂。车型以国内常见的为主,与大部分省内高校实验、实训设备基本相吻合,实用性强。可作为高职高专院校汽车类专业的汽车电器实验实训教材,亦可作为汽车电工培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

汽车电器实训 / 高照亮主编. —杭州:浙江大学出版社,  
2009.8

高职高专汽车类规划教材

ISBN 978-7-308-06976-2

I. 汽… II. 高… III. 汽车—电气设备—高等学校:技  
术学校—教材 IV. U463.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 149936 号

## 汽车电器实训

高照亮 主编

责任编辑 王 波

文字编辑 魏文娟

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310028)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州中大图文设计有限公司

印 刷 杭州浙大同济教育彩印有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 19.25

字 数 468 千

版 次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

印 数 0001—3000

书 号 ISBN 978-7-308-06976-2

定 价 34.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

# 前 言

近年来,我国的高等职业教育快速发展,各高校为适应社会对应用人才的需求,十分重视实践教学,不惜投入巨资建立各种校内外实训基地,突出对学生职业能力的培养。《汽车电器设备》是汽车类专业的一门核心课程,为了培养和提高学生对汽车电器性能检验、故障诊断和维修等的动手能力,很多高校把《汽车电器实训》单独列为一门实践课程。但是,目前普遍缺少合适的实训教材,不得已以实训指导书来代替之。为解决这一问题,在浙江大学出版社的支持下,我们编写了这本教材。

在本书编写之前,我们对相关企业进行了岗位能力要求的调查,同时对部分高校实验、实训内容及实训设备等情况进行了了解。在调查了解的基础上,确定了编写指导思想,即以汽车电器检修工作过程为导向来开发实训技能项目,再根据技能项目确立技术知识和操作能力要素。每个项目有明确的实训任务和要求,并基本上按照“系统结构认识—电路分析—就车检查—总成拆装及检修—故障诊断与排除”的思路编写。书中涉及的车型以国内常见的为主,与大部分省内高校实验、实训设备基本相吻合。

参加本书编写的教师均是双师型人才,既有扎实的专业知识,又有丰富的实践经验,对汽车电器技术的发展和行业的现状十分了解,为编写工作提供了有利的条件。本书内容贴近企业生产的实际需要,按企业对汽车维修人员的技能要求设计训练的难度和广度;图文并茂,内容翔实,通俗易懂,深入浅出,易教易学,实用新颖。使用时,教师可根据专业性质、设备条件、教学计划等实际情况对实训项目及其内容作取舍。书中有关实训考核要求与评分标准、实训课时等部分仅供参考。

本书由浙江水利水电专科学校高照亮任主编,浙江机电职业技术学院黄会明、浙江经济职业技术学院任献忠、万向职业技术学院李学智、浙江水利水电专科学校严爱芳任副主编。第一、四、八单元及第五单元中的项目十三由高照亮编写,第二单元由任献忠编写,第三单元由李学智编写,第五单元中的项目十

一、项目十二由严爱芳编写,第六单元和第七单元由黄会明编写。

本书编写中参考了大量的文献,包括许多企业内部技术资料,拓展了我们的思路,使教材更加丰富实用,在此我们对那些文献的作者表示衷心的感谢!

由于水平有限,时间仓促,本书难免存在一些不足之处,希望各位专家、同仁和使用者们原谅并提出宝贵意见。

编 者

2009年6月

# 目 录

|                     |      |
|---------------------|------|
| 第一单元 汽车电器维修基础       | (1)  |
| 项目一 汽车电仪器仪表的使用方法    | (1)  |
| 任务一 指针式万用表的使用方法     | (1)  |
| 任务二 数字式万用表的使用方法     | (4)  |
| 任务三 汽车示波器的使用方法      | (5)  |
| 任务四 汽车电器试验台的使用方法    | (12) |
| 项目二 汽车电路图的识读        | (19) |
| 任务一 各汽车电路图的识读       | (19) |
| 第二单元 汽车电源系统的检修      | (41) |
| 项目三 蓄电池的维护与故障诊断     | (41) |
| 任务一 蓄电池的技术状态检测      | (41) |
| 任务二 蓄电池的充电          | (48) |
| 项目四 硅整流交流发电机及调节器的检修 | (54) |
| 任务一 硅整流交流发电机的检修     | (55) |
| 任务二 电压调节器的性能检测      | (61) |
| 任务三 硅整流交流发电机的试验     | (63) |
| 项目五 汽车充电系常见故障的排除    | (64) |
| 任务一 充电系统线路的检测       | (68) |
| 任务二 充电系统的故障诊断与排除    | (69) |
| 第三单元 汽车启动系统的检修      | (73) |
| 项目六 启动机的拆装和检验       | (73) |
| 任务一 启动系统的就车检查       | (73) |
| 任务二 启动机的分解与组装       | (79) |
| 任务三 启动机零部件的检修       | (81) |
| 任务四 启动机的性能试验        | (84) |
| 项目七 启动系常见故障的诊断与排除   | (86) |
| 任务一 启动机不工作故障的诊断与排除  | (86) |
| 任务二 启动机启动无力故障诊断与排除  | (87) |
| 任务三 启动机空转故障诊断与排除    | (88) |

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| 任务四 启动机启动时出现异响 .....              | (88)         |
| <b>第四单元 发动机点火系统的检修 .....</b>      | <b>(90)</b>  |
| 项目八 普通电子点火系统的检修 .....             | (90)         |
| 任务一 普通电子点火系统主要部件的检修 .....         | (90)         |
| 任务二 普通电子点火系统的故障诊断与排除 .....        | (96)         |
| 任务三 点火正时的设定 .....                 | (102)        |
| 项目九 微机控制点火系统检修 .....              | (112)        |
| 任务一 有分电器的微机控制点火系统检修 .....         | (113)        |
| 任务二 无分电器的微机控制点火系统的检修 .....        | (118)        |
| <b>第五单元 照明与信号系统、组合仪表的检修 .....</b> | <b>(127)</b> |
| 项目十 照明系统的检修 .....                 | (127)        |
| 任务一 前照灯的检验、调整与更换 .....            | (127)        |
| 任务二 照明系统的故障诊断与排除 .....            | (132)        |
| 项目十一 信号系统的检修 .....                | (137)        |
| 任务一 转向信号与报警灯信号系统的故障诊断与排除 .....    | (137)        |
| 任务二 电喇叭的故障诊断与排除 .....             | (141)        |
| 任务三 制动灯、倒车灯的故障诊断与排除 .....         | (143)        |
| 项目十二 组合仪表与报警系统的检修 .....           | (145)        |
| 任务一 普通组合仪表与报警系统的故障诊断 .....        | (156)        |
| 任务二 电子组合仪表的故障检查 .....             | (160)        |
| 任务三 仪表系的拆装 .....                  | (162)        |
| <b>第六单元 辅助电器系统的检修 .....</b>       | <b>(167)</b> |
| 项目十三 电动刮水器与洗涤器的维护与检修 .....        | (167)        |
| 任务一 刮水器与洗涤器的维护 .....              | (167)        |
| 任务二 刮水器与洗涤器的检修 .....              | (172)        |
| 项目十四 电动车窗、电动后视镜、电动座椅的检修 .....     | (178)        |
| 任务一 电动车窗的检修 .....                 | (178)        |
| 任务二 电动后视镜的检修 .....                | (185)        |
| 任务三 电动座椅的检修 .....                 | (189)        |
| 项目十五 中控门锁及防盗系统的检修 .....           | (198)        |
| 任务一 中控门锁的故障诊断及排除 .....            | (198)        |
| 任务二 电子防盗的故障诊断及排除 .....            | (204)        |
| <b>第七单元 汽车空调系统的检修 .....</b>       | <b>(213)</b> |
| 项目十六 汽车空调系统的检查与维护 .....           | (213)        |
| 任务一 汽车空调系统的检查 .....               | (213)        |

---

|      |                            |       |
|------|----------------------------|-------|
| 任务二  | 制冷系统的检漏·····               | (216) |
| 任务三  | 冷冻机油的检查与加注·····            | (221) |
| 任务四  | 制冷系统的抽真空·····              | (224) |
| 任务五  | 制冷剂的充注·····                | (226) |
| 项目十七 | 典型汽车空调系统的检修·····           | (230) |
| 任务一  | 桑塔纳轿车空调系统常见故障的诊断·····      | (231) |
| 任务二  | 凌志 LS-400 轿车空调系统故障诊断 ····· | (235) |
| 第八单元 | 全车线路的连接与检修·····            | (249) |
| 项目十八 | 全车线路的连接与检修·····            | (249) |
| 任务一  | 汽车线路的连接与拆装·····            | (249) |
| 任务二  | 全车线路的故障诊断·····             | (290) |
| 参考文献 | ·····                      | (298) |



## 第一单元

# 汽车电器维修基础

## 项目一 汽车电工仪器仪表的使用方法

### 任务一 指针式万用表的使用方法

#### 【知识要点】

万用表是检修汽车电器设备最常用的仪表,用来测量直流电流及交流电流、电阻、直流电压及交流电压等参数。按其工作原理,万用表可分为指针式(模拟式)万用表和数字式万用表两种,如图 1-1 和 1-2 所示。指针式万用表通过电流表内指针的摆动量,可以读出所要测量的电阻、电流、电压等数值。因为这种仪表是把各种刻度汇总刻在同一个刻度盘上的,所以在读数时应注意区分,否则容易读错。

#### 1. 结构

指针式万用表由测量机构、测量电路、转换装置和调零机构等部分组成。测量机构通常采用磁电式表头,表盘上有各种量程刻度,并标有相应的电量符号,如图 1-1 所示。测量电路由电阻、整流器、直流电源等组成。转换装置由转换开关(选择量程及测量种类用)和标有各种符号的旋钮、插孔组成。

#### 2. 使用注意事项

(1)测量前应进行机械调零。将万用表水平放置,确认表针是否对准刻度盘左侧的“0”。如果不对准,应加以调整,否则会产生误差。

(2)读取表头的测量值时,眼睛一定要正对表针,否则读数会有误差。为了避免产生误差,有的万用表设有反射镜。这种万用表在读数时,眼睛应看表针与反射镜里的表针像重合处,同时也要注意万用表的摆放。有时为了容易读数,将万用表立放。一般来说,万用表应水平放置,即使有倾斜,也应在  $20^\circ$  之内。

(3)在测量某一电量时,不能在测量的同时换挡,尤其是在测量高电压或大电流时更应注意。否则,会使万用表毁坏。如果需要换挡,应先断开表笔,换挡后再去测量。

(4)根据需要测定的参数,要先选定量程的挡位。若挡位选错,可能会损坏万用表。为了提高测量精度,万用表在选择量程时,应尽量使表针偏转到满刻度的  $1/2 \sim 1/3$  处。如果预先不知道参数的大致范围,则应从最大量程开始测量,根据指针的偏转状况依次降低量

程。更换量程时应断开线路开关或移开表笔。

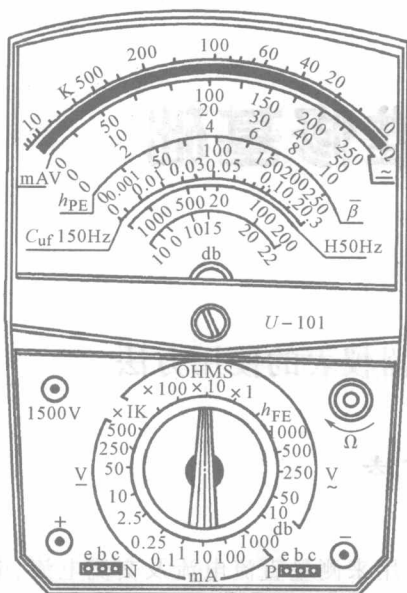


图 1-1 指针式万用表

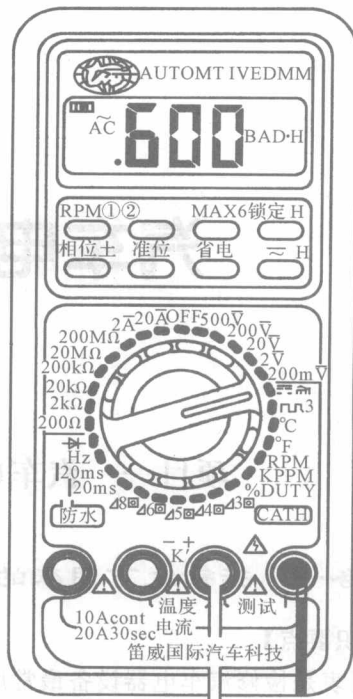


图 1-2 数字式万用表

(5) 万用表使用完毕后,应将转换开关置于交流电压的最大挡。如果长期不使用,还将万用表内部的电池取出来,以免电池腐蚀表内的其他器件。

### 【实训内容及操作方法】

#### 1. 电阻的测量

先将红表笔接“+”插孔,黑表笔接“-”插孔,两表笔相连,指针应为零,若不为零则应调整欧姆挡调零旋钮至零位。然后将两根表笔分别接触被测电阻(或电路)两端,读出指针在欧姆刻度线上的读数,再乘以该挡标的数字,就是所测电阻的阻值。例如:用  $R \times 100$  挡测量电阻,指针指在 50,则所测得的电阻值为  $50 \times 100 = 5000 \Omega$ 。每次换挡,都应重新将两根表笔短接,重新调整指针到零位后才能测准。

#### 2. 直流电压的测量

首先估计一下被测电压的大小,然后将转换开关拨至适当的电压量程,将正表笔接被测电压“+”端,负表笔接被测电压“-”端。然后根据该挡量程数字与标直流符号“DC”刻度线上的指针所指的数字来读出被测电压的大小。如果用电压 300V 挡测量,可以直接读 0~300 的指示数值。如果用电压 30V 挡测量,必须将刻度线上 300 这个数字去掉一个“0”,看成 30,再依次把 200、100 等数字看成 20、10 即可直接读出指针指示的数值。

#### 3. 直流电流的测量

先估计一下被测电流的大小,然后将转换开关拨至合适的 mA 量程,再把万用表串接在电路中。同时观察标有直流符号“DC”的刻度线,如果电流量程选在 3mA 挡,则应把表面刻度线上 300 的数字去掉两个“0”,看成 3,再依次把 200、100 看成 2、1,这样就可以读出被

测电流的数值。如果用直流 3mA 挡测量直流电流,指针在 100,则电流为 1mA。

#### 4. 交流电压和交流电流的测量

测量交流电压、交流电流的方法与测量直流电压、直流电流的方法相似。所不同的是,因交流电没有正、负之分,所以测量交流时,表笔也就不需要分正、负。读数方法与上述测量直流电压的读法一样,只是数字应看标有交流符号“AC”的刻度线上的指针位置。

#### 5. 二极管的简易判别

使用二极管时,常需辨别二极管的正、负极性及粗略判断两极;管的好坏通常用万用表欧姆挡通过测试二极管正、反向电阻来进行判断。

(1)好坏判别。把万用表欧姆挡的量程拨到  $R \times 100$  或  $R \times 1k$  挡,将两表笔分别正接和反接在被测二极管的两端,即可测得大小两个电阻值,其中大的是反向电阻,小的是正向电阻。如果测得的正向电阻在几十与几百欧(汽车用整流二极管用  $R \times 1$  挡测量时正向电阻为  $10\Omega$  左右)之间,反向电阻在几百千欧以上,则说明二极管是好的,而且正、反向阻值相差越大,说明二极管的单向导电特性越好;若测得正、反向电阻都为无穷大,则说明二极管内部断路;若测得正、反向电阻都很小或为零,则说明二极管内部已短路。后两种情况说明二极管已坏,不能使用。

(2)极性判别。用指针式万用表测量二极管的正、反向电阻时,若测得的电阻较小,则说明黑表笔所接的一端是二极管的正极,红表笔所接的一端是二极管的负极;反之,若测得的电阻较大,则说明黑表笔所接的一端是二极管的负极,红表笔所接的一端是二极管的正极。这是因为指针式万用表黑表笔与表内电池的正极相连,红表笔与表内电池的负极相连。

#### 6. 晶体管的简易判别

(1)类型判别。晶体管管脚一般可根据外壳上的标记判别,也可根据晶体管的型号从手册中查得。但如果晶体管标记不清或找不到手册,则可用万用表来判别。

无论是 NPN 型还是 PNP 型晶体管,它们都包含有两个 PN 结。因此,可根据 PN 结的正向电阻小、反向电阻大的特点,用万用表的欧姆挡( $R \times 100$  或  $R \times 1k$ )来判别。

测试时可任意假设一个极是基极,将万用表任一表笔与假设的基极相接,另一表笔分别与其余两个电极依次相接。若测得的电阻都很大(或很小),则将两表笔对调测量,对调后,若电阻都很小(或很大),则上述假设的基极是正确的;如果测得的电阻是一大一小,则假设的基极不对,可换一个管脚做基极再测试,直到符合上面的正确结果为止。

基极确定后,用万用表的黑表笔接基极,红表笔分别和另外两个电极相接,若测得电阻都很小,则为 NPN 型管;反之,则为 PNP 型管。

(2)集电极和发射极的判断。基极确定之后,对于 NPN 型管,可将万用表两表笔任意接在其余两管脚上,并在基极与黑表笔之间接一只  $100k\Omega$  的电阻或用手捏住黑表笔与基极(但不能使黑表笔与基极直接接触),观察电阻值。然后将两表笔对调,按上述方法重测一次。最后比较两次测得的电阻值,并以较小的一次为准,此时黑表笔所接的管脚是集电极,红表笔所接的管脚是发射极。对于 PNP 型管,用同样方法测试,仍以电阻较小的一次为准,此时红表笔接的管脚是集电极,黑表笔接的管脚是发射极。

(3)好坏的粗略判别。根据晶体管 PN 结的单向导电性,可以分别测量 B、E 极间和 B、C 极间 PN 结的正、反向电阻。如果正、反向电阻相差较大,则说明管子基本上是好的;如果正、反向电阻都很大,则说明管子内部有断路;如果正、反向电阻都很小或为零,则说明管

子极间短路或击穿。

## 任务二 数字式万用表的使用方法

### 【知识要点】

数字式万用表具有检测电流小、输入阻抗高、质量轻、体积小、使用方便、显示清晰、易识读等特点,是现代汽车电器电控系统检修不可或缺的工具。笛威数字式汽车专用高级电表的面板如图 1-2 所示。其主要功能如下:

- (1) 测量交、直流电压、电阻、电流,并具 600V 安全防尖波电压保护设计。
- (2) 电器微漏电压、电流的测量,并具有记忆锁定功能。
- (3) 电路断路、短路检测,声响指示及低电阻的测量;各电路中的电压降及线路阻抗测试。
- (4) 进行诊断发动机、变速箱、ABS、安全气囊等的故障码,取代 LED 灯跨接功能,并以声响计数,以及显示出信号输出端电压值。
- (5) 测量脉冲波形的频宽比和点火线圈一次侧电流的闭合角。该功能用于检测喷油器、怠速稳定控制阀、EGR 电磁阀及点火系统等工作状况。
- (6) 检测空气流量计、大气压力传感器、水温传感器、进气温度传感器及车速传感器。
- (7) 点火系统跳火状况,声响判断及高压线漏电,电晕量检测判断高压线是否劣化。
- (8) 检测发电机最大输出电压及最大输出电流;发电机动态二极管检测、判断功能。
- (9) 具有动态测试氧传感器( $O_2S$ )变动率,电压变动值显示及声响警示( $\pm 0.45V$  判断)。
- (10) 具有汽车专用频率(Hz)、毫秒(ms)测试功能,并具有正、负触发相位及高位 Hi、低位 Lo 相位功能。

### 【实训内容及操作方法】

用汽车数字万用表测量直流电流及交流电流、电阻、直流电压及交流电压等参数的方法比较简单,可以直接读出数值,且不需要换算,所以在此不再赘述,这里仅介绍其他数据信息的测量方法。

#### 1. 读取故障码

- (1) 电表旋钮拨在读取电路中脉冲信号位置。
- (2) 正极测试棒(红色)的一端插入电表正极插座孔内,负极测试棒(黑色)的一端插入电表负极插座孔内。
- (3) 正极测试棒的另一端接信号输出端,负极测试棒的另一端接车身搭铁或蓄电池负极。
- (4) 点火开关打开,即可通过声响来读取故障码。如果听到 1 长“嘀”声和 2 短“嘀嘀”声,则表示为 12 号故障码,此时在显示屏幕上显示出输出端的电压信号值。

#### 2. 频率检测

在汽车电路中,采用频率信号输入和输出信号的装置有:怠速电动机,光电式传感器、卡门漩涡式空气流量计,通用汽车的脉冲式 EGR 控制系统、喷油嘴、转速参考信号等。检测步骤如下:

(1)电表旋钮拨在“Hz”挡位置。

(2)正极测试棒接电表正极,负极测试棒接电表负极。

(3)正极测试线接传感器控制端或信号端,负极测试线接车身接地或蓄电池负极,显示屏即显示被测频率。

(4)根据读出的频率信号,查阅相关的手册,即可进行判断。

### 3. 频宽比测量

电表旋钮开关拨在“DUTY%”位置,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。

### 4. 转速测量

将电表旋钮开关拨到转速“RPM”挡,转速测量专用插头插入搭铁座孔与公用座孔中,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,当发动机工作时,显示屏即显示发动机转速。

### 5. 氧传感器测试

(1)启动发动机,并等待发动机达到工作温度。

(2)正极测试线接氧传感器信号输出端,负极测试线接地。

(3)电表旋钮拨到“2V”位置。

(4)氧传感器电压信号应为 0.1~0.9V。

(5)如果在怠速时氧传感器电压信号的平均值不为 0.4~0.6V,则表示混合比有过浓或过稀现象。

(6)将发动机加速到 2500r/min 以上,然后恢复到怠速状态,观察氧传感器的信号,最大值不能超过 1.1V,最小值不能低于 0V。

### 6. 喷油器喷油脉冲宽度测量

电表旋钮开关拨在“DUTY%”位置,测出喷油器工作脉冲频率的频宽比后,把测试项目选择开关置于频率挡,测出喷油器工作脉冲频率(Hz),然后按下式计算出喷油器喷油脉冲宽度:

$$S_p = \eta / f_p$$

式中: $S_p$ ——喷油脉冲宽度(s);

$\eta$ ——频宽比(%);

$f_p$ ——喷油频率(Hz)。

## 任务三 汽车示波器的使用方法

### 【知识要点】

示波器是唯一能即时显示波形的测试仪器,示波器所显示的波形实际是根据电压信号随时间的变化所描绘的曲线图,它给我们提供了信号电压变化趋势、幅度、频率、相关性等比普通数字万用表多得多的分析依据及方法。因此,示波器与数字万用表相比更为精确细致。在轿车电子故障诊断中,汽车示波器被用于两个方面:整个系统运行状态的分析——确定整个系统的运行情况;某个电器或电路的故障分析——确定在整个系统运行正常的情况下,某个电器或某段电路的故障。

### 1. 汽车示波器基本用语

电压比例:每格垂直高度代表的电压值。

时基:每格水平长度代表的时间值。

触发电平:示波器显示时的起始电压值。

触发源:示波器的触发通道,即通道 1(CH1)、通道 2(CH2)……

触发沿:示波器显示时的波形上升或下降沿。

自动触发:示波器根据信号特点自动设置触发条件。

### 2. 电子信号参数指标

所有的汽车点火信号和电子信号都具有可度量的 5 个参数指标,分别是:

幅值——电子信号在一定点上的即时电压。

频率——电子信号在两个事件或循环之间的时间,一般指每秒的循环数(单位是 Hz)。

波形——电子信号的外形特征,如曲线、轮廓、上升沿、下降沿等。

脉宽——电子信号的占空比或所占时间。

阵列——组成专门信息信号的重复方式(如同步脉冲或串行数据)。

利用示波器检测汽车的点火系统和其他传感器或执行器时,示波器可以显示出所有电子信号的上述的 5 种参数,根据这 5 种参数就能够判定这个电子信号的波形是否正常,然后通过波形分析便可以进一步检查出电路中传感器、执行器以及电路和控制电脑等各部分的故障,并进行修理。而故障电路从故障状态到被修理状态在示波器上显示的波形,几乎总是在它的这 5 种测量尺度上发生剧烈的变化。所以,可利用示波器对汽车点火系统和电器设备修理结果进行验证。

### 【实训内容及操作方法】

下面以 MT3500 汽车专用示波器(见图 1-3)为例,介绍示波器的使用方法。

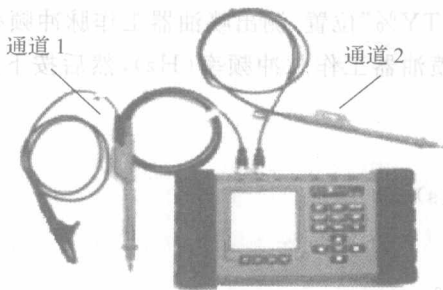


图 1-3 MT3500 汽车专用示波器

#### 1. 启动仪器

启动仪器,在主菜单中选择“专业示波器”,按下“YES”键来启动此功能,将会在屏幕上显示出波形。屏幕中各图标的作用及含义如图 1-4 所示。

#### 2. 示波器的基本设置

##### (1) 调整电压比例

电压比例值决定了信号波形的高度,即幅度。V/格是指屏幕垂直方向上显示的每个格子所对应的实际电压值。设定值越低,示波器显示屏上显示的波形就越高。同一信号在使

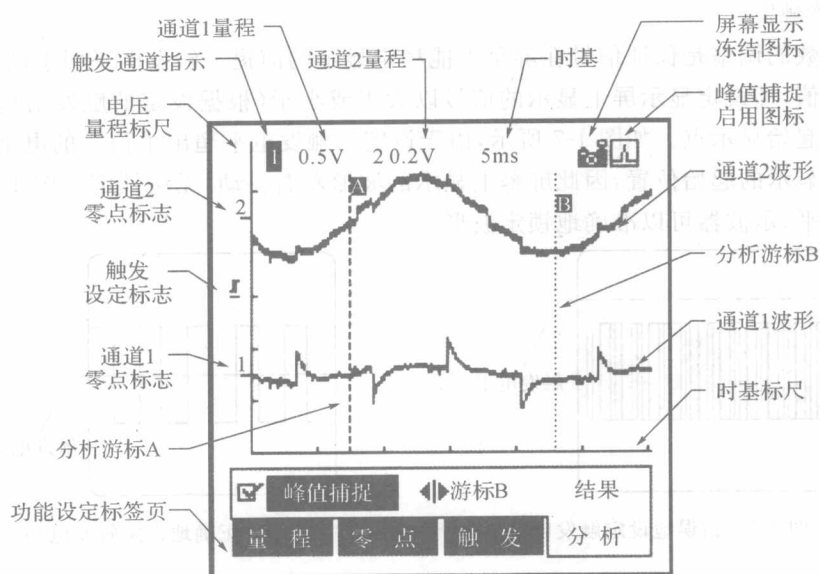


图 1-4 屏幕中各图标的含义

用不同 V/格比例时的显示情况如图 1-5 所示。

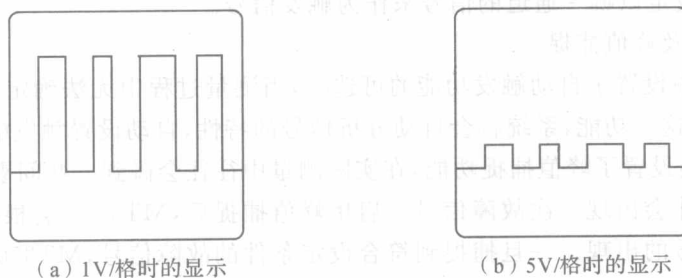


图 1-5 调整电压比例

## (2) 调整时基

时基选择决定了重复性信号在屏幕上显示的频数, s/格是指屏幕水平方向上显示的每个格子所对应的实际时间值。同一信号使用不同的 s/格显示的情况如图 1-6 所示。

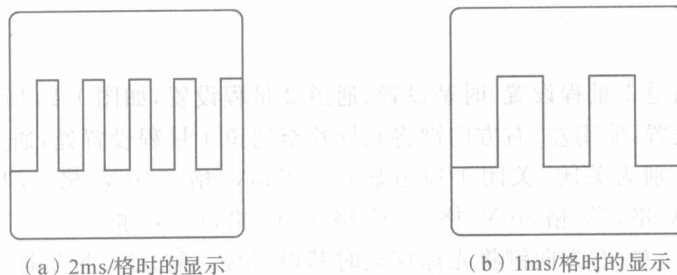


图 1-6 调整时基



### (3) 调整触发

触发参数的调整是保证信号在屏幕上能稳定显示的前提。触发电平用于调节波形的起始显示电压值,即设定显示屏上显示的信号以大于或小于(根据设定的触发沿确定)设定的触发电压为起始显示点。如图 1-7 所示,由于设定的触发电平超出了信号的电平范围,示波器无法确定显示的起始位置,因此屏幕上显示的波形左右晃动,无法锁定。图 1-8 正确地设定了触发电平,示波器可以准确地锁定波形。

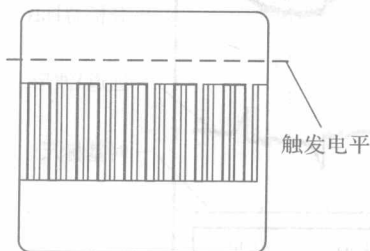


图 1-7 错误地设定触发电平

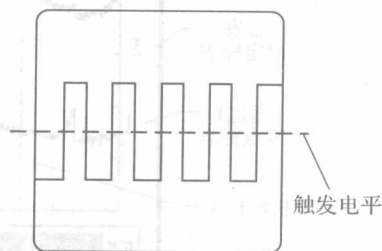


图 1-8 正确地设定触发电平

触发沿的设定是用于确定示波器显示的波形是以大于触发电平(正触发)还是小于触发电平(负触发)的电压变化点来作为显示起始点(波形切入点)。当触发选择不正确时,得到的波形不同,例如有时测量得到的喷油嘴波形只能看到一部分,这就说明触发沿没有选对。

触发电源用于设定以哪一通道的信号来作为触发信号。

### (4) 自动触发及峰值捕捉

在 MT3500 中设置了自动触发功能的可选项,当测量过程中无法确定如何适当地设定触发参数时,启用这一功能,系统将会自动分析信号的特性,自动设置触发电平、触发沿等参数。MT3500 中还设置了峰值捕捉功能,在实际测量中往往会碰到一些间歇性的、时有时无的或是很长时间才会出现一次故障信号。启用峰值捕捉后,MT3500 会根据设定的触发条件来等待故障信号的出现。一旦捕捉到符合设定条件的故障信号,MT3500 就会发出蜂鸣声提示并自动冻结画面的显示。使用这一功能,无需为了等待一个故障脉冲的出现而长时间地盯住示波器屏幕。

## 3. 示波器的操作

### (1) 功能选项的设置

屏幕的最下方一行是功能选项,按下与功能相对应的“Fn”按钮,可切换功能选项,如图 1-9 所示。

#### ① 量程

设置项目有通道 1 量程设置、时基设置、通道 2 量程设置,如图 1-10 所示。

通道 1 量程设置:使用左、右方向键将光标移至通道 1 量程设置处,通过上、下方向键选择量程。量程项分别为关闭(关闭 1 通道显示),25mV/格,50mV/格,0.1V/格,0.2V/格,0.5V/格,1V/格,2V/格,5V/格,10V/格,20V/格,50V/格,100V/格。

时基设置:使用左、右方向键将光标移至时基设置处,通过上、下方向键选择显示时基。时基项分别为 125 $\mu$ s/格,250 $\mu$ s/格,500 $\mu$ s/格,1ms/格,2ms/格,5ms/格,10ms/格,20ms/格,50ms/格,0.1s/格,0.2s/格,0.5s/格,1s/格,2s/格,5s/格,10s/格,20s/格,60s/格。

通道 2 量程设置:与通道 1 量程设置相同。



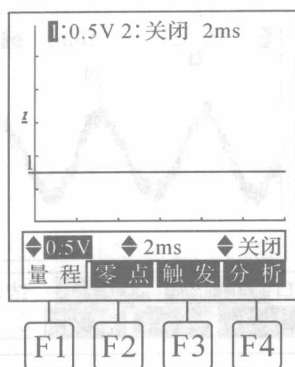


图 1-9 功能选项

F1—量程;F2—零点;F3—触发;F4—分析

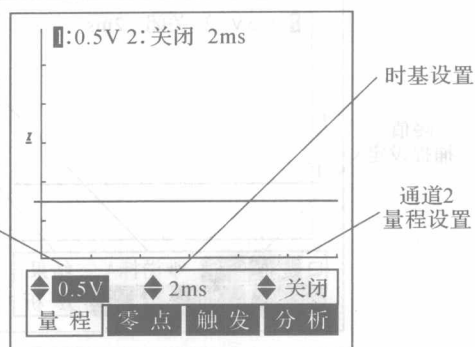


图 1-10 量程设置

### ② 零点

设置项目有通道 1 零点设置、通道 2 零点设置,如图 1-11 所示。

通道 1 零点设置:操作前请确认通道 1 量程选择于非关闭状态。使用左、右方向键将光标移至通道 1 零点设置处,此时可看到屏幕上的“通道 1 零点标志”闪动,然后通过上、下方向键移动零点在屏幕上的显示位置。

通道 2 零点设置:与通道 1 零点设置相同。

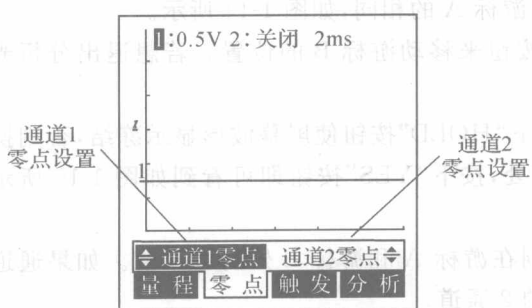


图 1-11 零点设置

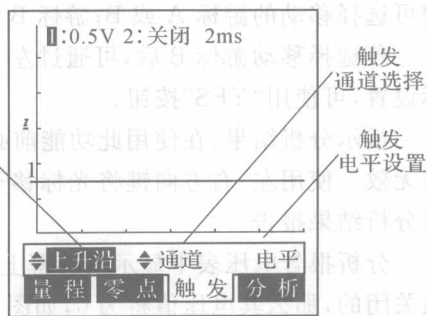


图 1-12 触发沿设置

### ③ 触发

设置项目有触发沿设置、触发通道选择、触发电平设置,如图 1-12 所示。

触发沿设置:使用左、右方向键将光标移至触发沿设置处,通过上、下方向键选择触发沿:上升沿或下降沿。

触发通道选择:使用左、右方向键将光标移至触发通道选择处,通过上、下方向键选择触发通道:1 通道或 2 通道。

触发电平设置:操作前请确认选择的触发通道量程选择于非关闭状态。使用左、右方向键将光标移至触发电平设置处,此时可看到屏幕上的“触发设定标志”闪动,然后通过上、下方向键移动“触发设定标志”在屏幕上的显示位置。“触发设定标志”相对于被选定的触发通道的零点标志在屏幕上的电压即为所设定的触发电平值。

### ④ 分析

设置项目有峰值捕捉设定、分析游标设置、显示分析结果,如图 1-13 所示。