

没有胡乱猜测 只有科学修车

汽车波形 数据流分析

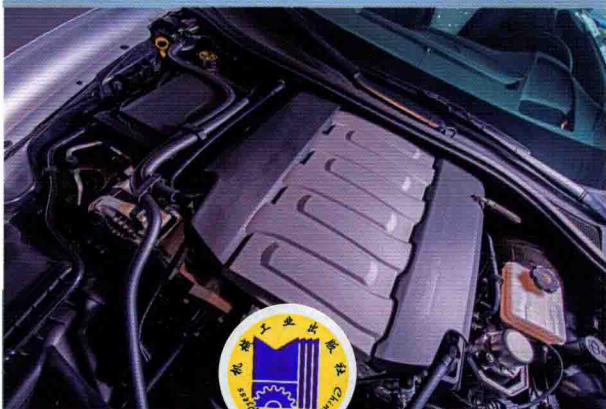
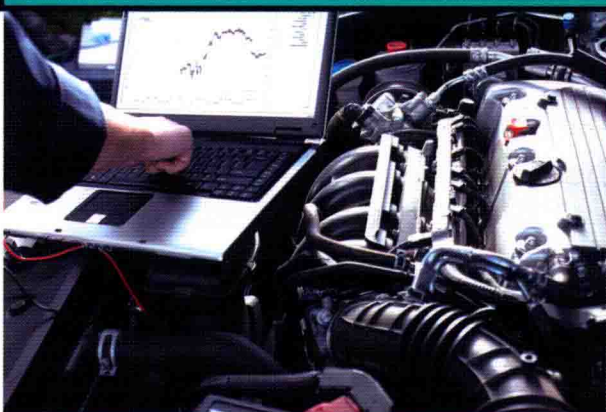
与

第3版

张捷辉 主编

读取\分析\诊断

真实案例 丰富车型



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

SHUJULIHEFENXI
QICHE BOXING YU

非外借

汽车波形与数据流分析

第3版

主编 张捷辉

参编 刘青山 代亚娟 曹文治 廖苏旦 巩航军
杨廷银 梁朝彦 罗文添 邢磊 于海东



机械工业出版社

本书从科学修车的需要出发,从讲解汽车电路信号入手,对传感器波形分析、执行器波形分析以及汽车电器波形分析进行了全面阐述。接下来从汽车数据流认识入手,讲述了汽车数据流的分析方法,然后分车系分别介绍了大众车系、丰田凯美瑞车系以及日产新天籁车系的数据流分析,最后通过案例的形式详细讲解了汽车数据流故障的维修方法。

本书内容全面,概念清楚,图文并茂,可操作性强。在编写时注意了全书理论的系统性和各部分相对的独立性。理论阐述由浅入深,适合于大、中专院校汽车修理行业相关专业及培训班的师生使用,也适合于汽车维修技术人员、驾驶人以及汽车爱好者参考阅读。

图书在版编目(CIP)数据

汽车波形与数据流分析/张捷辉主编.—3版.—北京:
机械工业出版社,2018.3
ISBN 978-7-111-58758-3

I. ①汽… II. ①张… III. ①汽车—电子系统—控制系统—故障诊断 IV. ①U472.41

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第314716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:连景岩 杜凡如 责任编辑:杜凡如 徐 霆
责任校对:樊钟英 封面设计:马精明
责任印制:孙 炜

保定市画美凯印刷有限公司印刷

2018年2月第3版第1次印刷
184mm×260mm·19.5印张·470千字
0001—3000册
标准书号:ISBN 978-7-111-58758-3
定价:59.90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

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com



前 言

今天，汽车电子技术的发展相当迅猛，应用之广与日俱增，尤其是微型计算机、网络技术的发展为汽车电子技术带来了根本性的变革。当代汽车的维修不是单纯的机械维修，而是集机械与电子为一体的综合性维修。电子控制元件的原理比较抽象，给汽车维修技术人员提出了新的挑战。汽车示波器和汽车诊断仪是汽车维修人员快速判断汽车电子设备故障便捷又高效的工具，不需要任何设定和调整就可以直接观察电子元件的信号波形和读取数据流。为广大维修人员分析汽车各传感器、执行器的信号波形和数据流提供了方便。

本书主要分为汽车波形分析与数据流分析两部分，系统地总结了汽车波形和数据流的作用、汽车波形和数据流分析在汽车维修中的应用。

波形部分主要介绍了电控发动机各传感器、执行器、点火系统和汽车电器等电子元器件的波形测试、标准特征、正常实测波形及故障波形的识别；对各个电子元件的信号波形进行分析，确定电控系统运行状态；迅速地诊断排除有故障的传感器和执行器。

数据流部分介绍了数据流的类型、获得方式以及数据流的分析。以市面主流车型为主加入数据流的实测数据，方便维修工作的对照查找。

本书由张捷辉主编，参加编写还有刘青山、代亚娟、曹文治、廖苏旦、巩航军、杨廷银、梁朝彦、罗文添、邢磊、于海东。

在编写本书的过程中参考了大量的同类图书，谨在此对它们的作者表示深深的谢意。

编 者

目 录



前 言

| | |
|-----------------------------|----|
| 第一章 汽车电路信号 | 1 |
| 第一节 汽车电子信号 | 1 |
| 一、汽车电子信号类型 | 1 |
| 二、汽车电子信号的五个判定依据 | 2 |
| 三、汽车波形识别 | 3 |
| 第二节 汽车专用示波器的结构与工作原理 | 6 |
| 一、外观及起始界面 | 6 |
| 二、示波器的说明 | 7 |
| 三、示波器预先配置的测量项目 | 10 |
| 第三节 汽车专用示波器在汽车故障诊断中的应用 | 12 |
| 案例一 迈腾发动机怠速不稳 | 14 |
| 案例二 速腾变速器故障导致挂档冲击及仪表板档位显示红屏 | 17 |
| 案例三 速腾车窗升降故障 | 18 |
| 案例四 发动机运转不稳定,松加速踏板时有时熄火 | 22 |
| 第二章 传感器波形分析 | 23 |
| 第一节 空气流量计(MAF)波形分析 | 23 |
| 一、热线式空气流量计波形检测 | 23 |
| 二、热线式空气流量计波形分析说明 | 24 |
| 第二节 氧传感器波形分析 | 25 |
| 一、氧传感器的波形检测 | 25 |
| 二、氧传感器的波形分析 | 26 |
| 三、不同燃油喷射系统中的氧传感器波形 | 27 |
| 四、双氧传感器信号电压波形分析 | 29 |
| 五、氧传感器的杂波分析 | 30 |
| 六、氧传感器故障波形诊断分析 | 32 |
| 第三节 其他传感器的波形分析 | 35 |
| 一、节气门位置传感器波形分析 | 35 |
| 二、进气压力传感器(MAP)波形分析 | 37 |
| 三、温度传感器波形分析 | 39 |



| | |
|---|-----------|
| 四、爆燃传感器波形分析 | 42 |
| 五、车速传感器波形分析 | 44 |
| 六、ABS 轮速传感器波形分析 | 46 |
| 七、上止点 (TDC)、曲轴 (CKP)、凸轮轴 (CMP) 传感器 | 48 |
| 八、废气再循环阀位置传感器波形分析 | 57 |
| 第三章 执行器波形分析 | 60 |
| 第一节 喷油驱动器波形分析 | 60 |
| 一、喷油驱动器分类 | 60 |
| 二、喷油驱动器的测试 | 60 |
| 第二节 点火正时及参考信号波形的分析 | 69 |
| 一、电子点火正时信号波形分析 | 69 |
| 二、点火参考信号 (DIST) 波形分析 | 69 |
| 三、点火参考信号 (DIST) 和电子点火正时 (EST) 双踪波形分析 | 71 |
| 四、福特分布型点火传感器 PIP 和点火输出信号 SPOUT 双踪波形分析 | 71 |
| 第三节 控制阀波形分析 | 72 |
| 一、怠速控制 (IAC) 电磁阀波形分析 | 72 |
| 二、混合气控制阀波形分析 | 73 |
| 三、炭罐清洗电磁阀波形分析 | 75 |
| 四、涡轮增压电磁阀波形分析 | 75 |
| 五、废气再循环 (EGR) 控制电磁阀波形分析 | 76 |
| 六、ABS 电磁阀波形分析 | 78 |
| 七、变速器换挡控制电磁阀波形分析 | 79 |
| 第四章 汽车数据流认识 | 80 |
| 第一节 汽车数据流概述 | 80 |
| 一、数据流的概念 | 80 |
| 二、数据流参数的分类 | 80 |
| 三、汽车数据流的作用 | 80 |
| 第二节 获得汽车数据流的方法 | 81 |
| 一、电脑通信方式 | 81 |
| 二、电路在线测量方式 | 82 |
| 三、元器件模拟方式 | 84 |
| 第五章 汽车数据流的分析方法 | 85 |
| 第一节 常见的数据分析方法 | 85 |
| 一、数值分析法 | 85 |
| 二、时间分析法 | 86 |
| 三、因果分析法 | 86 |
| 四、关联分析法 | 86 |
| 五、比较分析法 | 87 |
| 第二节 基本数据分析 | 87 |



| | |
|---|------------|
| 一、发动机参数分析 | 87 |
| 二、燃油控制参数分析 | 89 |
| 三、进气状态参数分析 | 92 |
| 四、供电器点火参数分析 | 94 |
| 五、排放控制参数分析 | 97 |
| 六、变速器参数分析 | 103 |
| 七、空调参数分析 | 109 |
| 第六章 大众车系数据流分析 | 112 |
| 第一节 奥迪车系 | 112 |
| 一、奥迪车系发动机数据流读取 | 112 |
| 二、大众/奥迪车系发动机数据流分析 | 115 |
| 三、大众/奥迪车系自动变速器数据流读取 | 146 |
| 四、大众/奥迪车系 ABS 数据读取与分析 | 155 |
| 第二节 新奥迪 A6L | 157 |
| 一、新奥迪 A6L 4.2L 发动机数据流 | 157 |
| 二、新奥迪 A6L ABS 数据流 | 173 |
| 三、新奥迪 A6L MMI 控制单元数据流 | 176 |
| 四、新奥迪 A6L 前照灯范围控制单元 J431 数据流 | 178 |
| 五、新奥迪 A6L 电子驻车制动器数据流 | 179 |
| 六、新奥迪 A6L 电子转向柱控制单元数据流 | 181 |
| 七、新奥迪 A6L 供电控制单元 1 数据流 | 182 |
| 八、新奥迪 A6L 供电控制单元 2 数据流 | 186 |
| 九、新奥迪 A6L Climatronic 自动空调控制单元 J255 数据流 | 188 |
| 十、新奥迪 A6L 舒适系统数据流 | 214 |
| 十一、新奥迪 A6L 无钥匙启动控制单元数据流 | 217 |
| 十二、新奥迪 A6L 蓄电池管理控制器系统数据流 | 223 |
| 十三、新奥迪 A6L 组合仪表系统数据流 | 225 |
| 十四、新奥迪 A6L 诊断接口控制单元数据流 | 228 |
| 第三节 桑塔纳 3000 数据流分析 | 230 |
| 上海大众桑塔纳 3000 发动机数据流读取 | 230 |
| 第七章 丰田凯美瑞车系数据流分析 | 238 |
| 第一节 发动机数据流 | 238 |
| 第二节 自动变速器数据流 | 250 |
| 第三节 空调系统数据流 | 253 |
| 第四节 ABS 数据流 | 256 |
| 第五节 SRS 数据流 | 259 |
| 第六节 防盗系统数据流 | 260 |
| 第八章 日产新天籁车系数据流分析 | 262 |
| 第一节 发动机数据流分析 | 262 |



| | | |
|------|----------------------------------|-----|
| 第二节 | 自动变速器系统数据流分析 | 268 |
| 第三节 | ABS 系统数据流分析 | 274 |
| 第四节 | 空调系统数据流分析 | 277 |
| 第九章 | 数据流故障案例分析 | 279 |
| 案例一 | 全新迈腾行驶时急加速不良, 仪表 EPC 灯亮 | 279 |
| 案例二 | 全新速腾发动机怠速抖动 | 281 |
| 案例三 | 全新速腾发动机加速不良, 转速超过 2000r/min 故障灯亮 | 283 |
| 案例四 | 大众 CC 轿车发动机排气系统故障警告灯亮 | 286 |
| 案例五 | 大众 CC 轿车行驶中发动机熄火, 无法起动 | 287 |
| 案例六 | 全新高尔夫起停系统失效 | 289 |
| 案例七 | 高尔夫 GTI 发动机排气故障灯亮 | 292 |
| 案例八 | 迈腾 09G 自动变速器变矩器锁止离合器抖动 | 295 |
| 案例九 | 速腾 1.6L 自动变速器变速杆无法移动 | 298 |
| 参考文献 | | 301 |

第一章 汽车电路信号



第一节 汽车电子信号

一、汽车电子信号类型

汽车电子信号基本可分为模拟信号和数字信号两种。

当今汽车系统中存在五种基本类型的电子信号，被称为“五要素”。

“五要素”可以看成是控制系统中各个传感器、控制电脑和其他设备之间相互通信的基本语言，就像英语的字母一样，它们都有不同的“发音”。正是“五要素”各自不同的特点，构成了用于不同通信的目的。

1. 直流信号

直流信号是一种模拟信号，如图 1-1 所示。

在汽车中产生直流（DC）信号的传感器或电源装置有蓄电池电压或控制模块（PCM）输出的传感器参考电压。

模拟传感器信号包括：发动机冷却液温度传感器、燃油温度传感器、进气温度传感器、节气门位置传感器、废气再循环压强和位置、翼板式或热线式空气流量计、真空和节气门开关以及通用汽车、克莱斯勒汽车和亚洲汽车的进气压力传感器。



图 1-1 直流信号图

2. 交流信号

交流信号是一种模拟信号，如图 1-2 所示。

在汽车中产生交流（AC）信号的传感器和装置包括：车速传感器（VSS）、轮速传感器、磁电式曲轴转角（CKP）和凸轮轴（CMP）传感器、从模拟压力传感器（MAP）信号得到的发动机真空平衡波形、爆燃传感器（KS）。

3. 频率调制信号

在汽车中产生可变频率信号（图 1-3）的传感器和装置包括：数字式空气流量计、福特数字式进气压力传感器、光电式车速传感器（VSS）、霍尔式车速传感器（VSS）、光电式凸轮轴转角（CAM）和曲轴转角（CKP）传感器、霍尔式凸轮轴转角（CAM）和曲轴转角（CKP）传感器。

4. 脉宽调制信号

在汽车中产生脉宽调制信号（图 1-4）的电路或装置包括：初级点火线圈、电子点火正时电路、废气再循环控制（EGR）、净化、涡轮增压和其他控制电磁阀、喷油器、怠速控制



电动机和电磁阀。

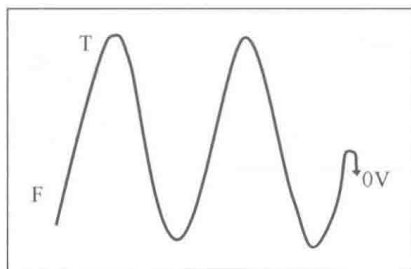


图 1-2 交流信号图

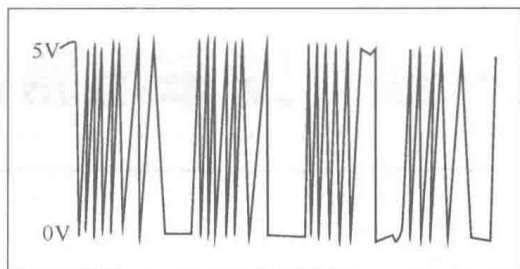


图 1-3 频率调制信号图

5. 串行数据（多路）信号

若汽车中配备有自诊断能力和其他串行数据送给能力的控制模块，则串行数据信号（图 1-5）是由发动机控制模块（PCM）、车身控制模块（BCM）和防抱死制动系统（ABS）或其控制模块产生。

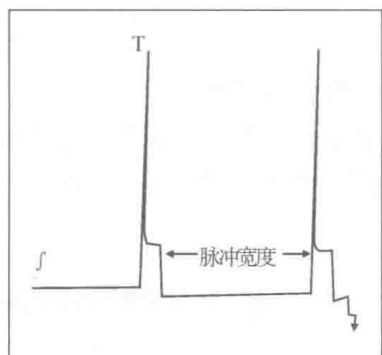


图 1-4 脉宽调制信号图

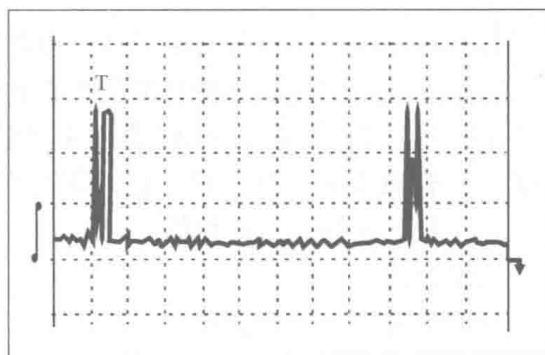


图 1-5 串行数据（多路）信号图

二、汽车电子信号的五个判定依据

汽车电子信号的“五要素”是直流、交流、频率调制、脉宽调制和串行数据信号。现在再回头看一下汽车电子语言的难题——五个判定依据，即五种判定尺度。要从五种判定信号中得到只有五种判定特征的信息类型是重要的，因为发动机控制模块需要通过分辨这些特征来识别各个传感器提供的各种信息并依据这些特征来发出各种命令，指挥不同的执行器动作，这些特征就是汽车电子信号的五个判定依据。

五个判定依据：

- ① 幅值——电子信号在一定点上的即时电压。
- ② 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（Hz）。
- ③ 脉冲宽度——电子信号所占的时间或占空比。
- ④ 形状——电子信号的外形特征，即它的曲线、轮廓和上升沿、下降沿等。
- ⑤ 阵列——组成专门信息信号的重复方式。

五个判定依据与五种类型的相关连带关系见表 1-1。



为了使汽车的计算机系统功能正常,必须去测量用于通信的电子信号,也就是必须能“读”与“写”计算机电子通信的通用语言,用汽车示波器就可以“截听”到汽车计算机中的电子对话。这既可以用来解决测试点问题,也可以用来验证修理工作完成后的工作是否正常。如果一个传感器、执行器或控制模块产生了不正确判定尺度的电子信号,该电路可能遭到“通信中断”的损失,它会表现为行驶能力及排放等故障码(DTC)。

表 1-1 电子信号的判断依据

| 信号类型 | 电子信号的判断依据 | | | | |
|------|-----------|-----|-----|---------|-----|
| | 幅 值 | 频 率 | 形 状 | 脉 冲 宽 度 | 阵 列 |
| 直流 | √ | | | | |
| 交流 | √ | √ | √ | | |
| 频率调制 | √ | √ | √ | | |
| 脉宽调制 | √ | √ | √ | √ | |
| 串行数据 | √ | √ | √ | √ | √ |

每一个“五要素”电子信号都要用判定尺度依据来确定电子通信,五个基本类型中的任何一个必然是有一个或多个判定依据尺度来通信。

在汽车发动机控制模块(PCM)和其他电子智能设备中用来通信的串行数字信号是最复杂的信号,它是包含在汽车电子信号中的最复杂的“电子句子”,在实际中,要用专门的解码器去读取。

三、汽车波形识别

1. 常见波形术语

常见的波形术语主要有幅值、频率、脉冲宽度以及占空比等。其含义如图 1-6、图 1-7 和图 1-8 所示。

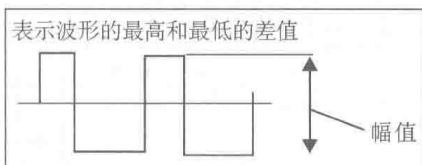


图 1-6 幅值波形含义示意图

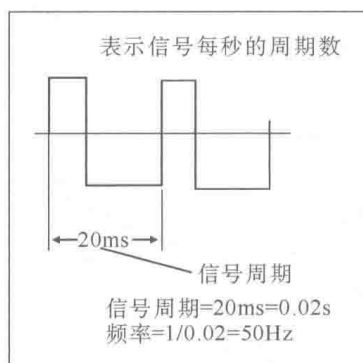


图 1-7 频率波形含义示意图

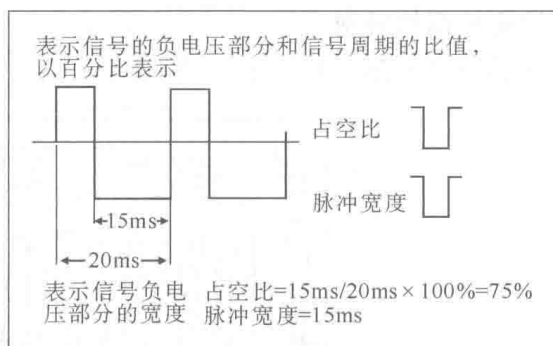


图 1-8 占空比、脉冲宽度波形含义示意图

2. 波形界面识别

- ① 单通道波形,如图 1-9 所示。
- ② 双通道波形,如图 1-10 所示。

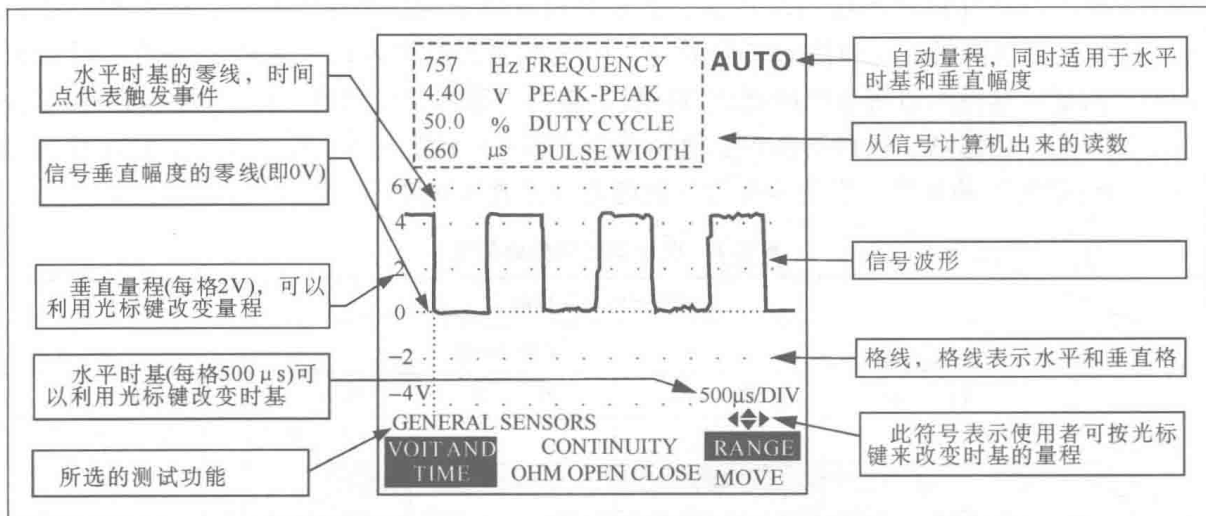


图 1-9 单通道波形含义示意图

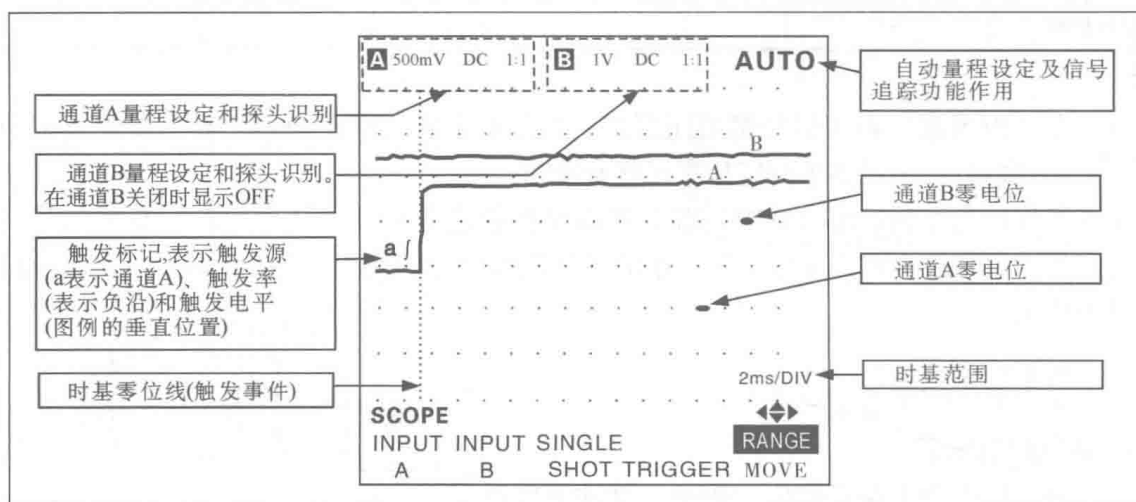


图 1-10 双通道波形含义示意图

3. 波形数据的识别

① 氧传感器波形, 如图 1-11 所示。

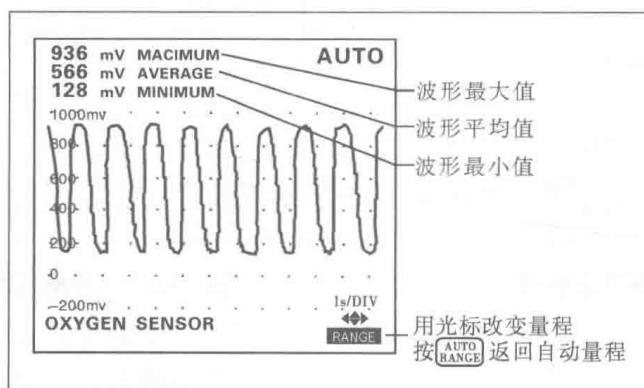


图 1-11 氧传感器波形



② 爆燃传感器信号，如图 1-12 所示。

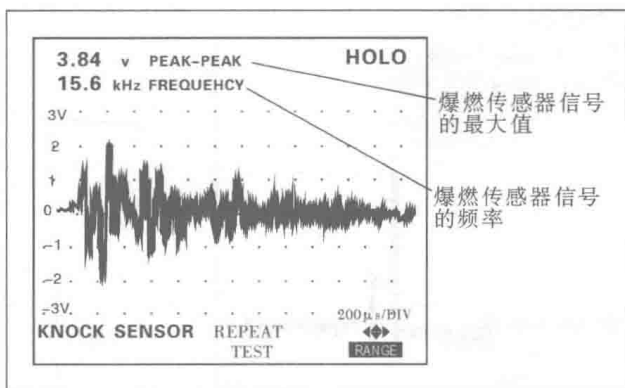


图 1-12 爆燃传感器信号

③ 喷油器控制信号，如图 1-13 所示。

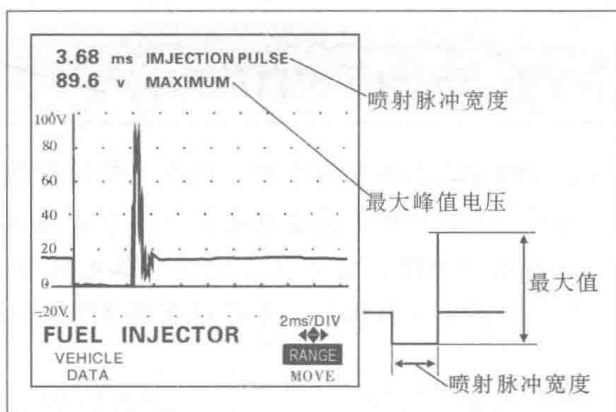


图 1-13 喷油器控制信号图

④ 初级点火波形，如图 1-14 所示。

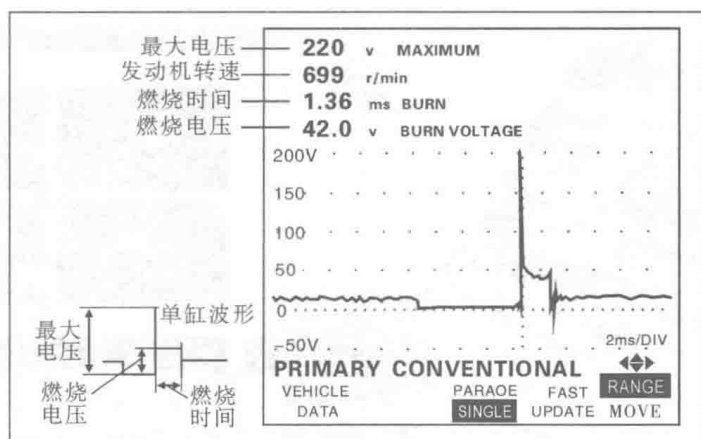


图 1-14 初级点火波形

⑤ 次级点火波形，如图 1-15 所示。

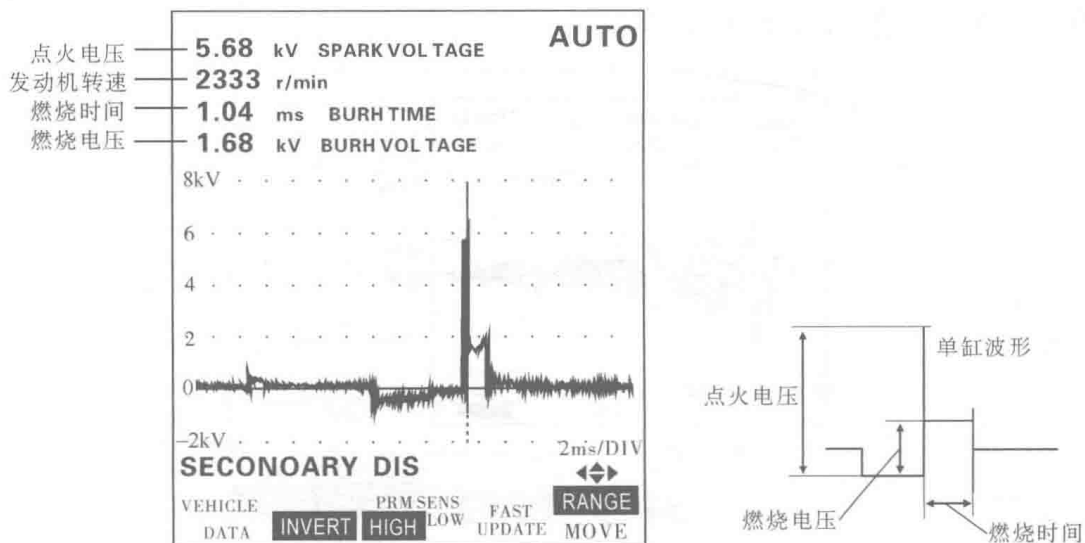


图 1-15 次级点火波形

第二节 汽车专用示波器的结构与工作原理

汽车示波器是用波形显示的方式表现电路参数的动态变化过程的专业仪器，它能够对电路上的电参数进行连续式图形显示，是分析复杂电路上电信号波形变化的专业仪器。汽车示波器通常有两个或两个以上的测试通道，它可以同时对多路电信号进行同步显示，具有高速、动态，方便分析各信号间相互关系的优点。下面以宝马 IMIB 示波器为例，介绍其使用方法。

一、外观及起始界面

宝马 IMIB 示波器的外观及起始界面见表 1-2。

表 1-2 宝马 IMIB 示波器的外观及起始界面

| | | | |
|---|-------|---|----------------|
|  <p>外观</p> | |  <p>单机模式运行中显示运行种类选择</p> | |
| 图示 | 功能 | 图示 | 功能 |
|  | 万能示波器 |  | 示波器，已预先配置的计量项目 |



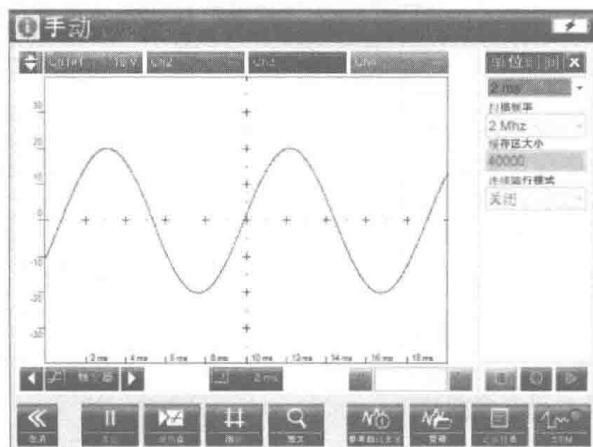
(续)

| 图示 | 功能 | 图示 | 功能 |
|---|------|---|---|
|  | 万能表 |  | 专项计量 (USB-und BT-测试, 视频测试画面生成器 WLAN 测试) |
|  | 信息 | 设置 | 设置 (语音、工厂数据、图标) |
| 系统信息 | 系统信息 | 完成 | 完成: IMIB R2 将执行完成 |

二、示波器的说明

示波器的屏幕结构和各图示的功能说明见表 1-3。





表 1-3 示波器屏幕结构和各图示功能



示波器屏幕结构

| 图示 | 功能 | 图示 | 功能 |
|---|---|---|---|
|  | 信息 只在“预先配置测量项目”运行时才显示附加信息 |  | 附加控制按钮 给出附加按钮 (例如: 测量曲线上下移动, 见下页) |
|  | 测量曲线移动 将所属曲线向上或向下移动。这些界面通过附加控制按钮, 打开或关闭 每个配置通道均按各通道颜色显示一对切换界面 |  | 通道设置 界面用于各通道配置 未经配置通道以“---”来表示 通道设置可在测量中进行 所有设置在右侧屏幕区进行 点击关闭按钮图标完成设置 ChX 接线插口可以按 4 个逻辑测量通道进行分配。设置 4 个逻辑测量通道。例如“Ch1#3 10A”意思是“插口 3 号已接通 1 号逻辑通道, 10A 每格 Div” |



| 图示 | 功能 | 图示 | 功能 |
|---|--|---|--|
|  | <p>测量曲线移动 将所属曲线向上或向下移动。这些界面通过附加控制按钮，打开或关闭 每个配置通道均按各通道颜色显示一对切换界面</p> |  | <p>传感器 传感器的选择 自动识别的传感器预先设置</p> <p>耦合 耦合选择： AC (交流)、DC (直流) 或 GND (接地)</p> <p>测量范围 测量范围的选择，例如：10A/每格 Div</p> <p>过滤器 开、关</p> <p>结束设置模式：始终显示“预先配置测量项目”下通过指针测算所得到的数值及分析</p> <div data-bbox="934 848 1119 1073" style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>时间光标 0.1 ms 频率光标 110.0 Hz 幅度光标 Ch1 45.1 A Ch2 --- - Ch3 --- - Ch4 --- -</p> </div> |
| <p>触发器</p> | <p>触发器设置 触发器设置可在测量中进行 所有设置在右侧屏幕区进行 点击关闭按钮图标完成设置 点击控制按钮  , 可将触发器时间点按 5% 步幅延迟</p> <p>触发器 开/关 标尺 触发器标尺开/关 触发源 Ch1 ~ Ch4, 未经配置通道不能选择 脉冲 上升沿/下降沿/两者都有</p> | <p>时基</p> | <p>时基设置 时间设置可在测量中进行 所有设置在右侧屏幕区进行 点击关闭按钮图标完成设置</p> |



(续)

| 图示 | 功能 | 图示 | 功能 |
|--|---|---|---|
| 触发器 | <p>超时 超出规定时间 如果超时的时间选得过小, 则不能释放新的触发 >0 时为自动运行模式 =0 时为标准运行</p> <p>预触发器 预触发器预先设在 50% 如果数值过小, 则信号出现过早, 即在屏幕上的显示偏左 数值过大时会使信号显示偏右</p> | 时基 | <p>时基设置 时间设置可在测量中进行 所有设置在右侧屏幕区进行 点击关闭按钮图标完成设置</p> |
|  | <p>页面存储器 只在暂停即“冻结”测试计量时, (控制按钮冻结) 点击控制按钮  和  就可在页面存储器内翻页 测量结果在屏幕右侧显示 显示当前页面 可存储页面最大数量: -100 页 (非过采样) -10 页 (100 倍过采样), 4 个通道</p> |  | <p>记录、播放器 允许对数据不间断记录 数据连同记录中已有设定值一起连续写入一个文件中 播放时相关的设定值在屏幕右侧显示</p> <p> 开始记录数据  结束记录数据  播放记录数据</p> |
| 取消 | 结束当前测量并回到先前画面 | 冻结 继续 | 可对当前测量显示进行暂停即“冻结”或继续 被暂停“已冻结”的测量值显示可在页面存储器中浏览, 见前所述 |
| 单次触发 | 一旦满足触发条件, 就显示已记录的数据 不进行新的触发 | 指针 开/关 | <p>打开或关闭振幅或时间指针 通过“拖拽”黑色小方框 (在指针线的两端) 就可改变指针的位置 使用按键 , ,  和  同样也可以对指针进行精确定位</p> <p>振幅指针: - 用于确定两个指针位置之间的振幅</p> <p>时间指针: - 用于确定两个指针位置以及等效频率指针位置之间的时间间隔</p> |