

科学修车系列丛书

第2版

汽车波形 与数据流分析

东莞市凌凯教学设备有限公司 组编
谭本忠 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



科学修车系列丛书

汽车波形与数据流分析

第2版

组编 东莞市凌凯教学设备有限公司

主编 谭本忠

参编 胡波勇 谭敦才 于海东 蔡晓兵 陈海波 王世根
陈甲仕 张捷辉 杨廷银 刘家昌 周景良 于梦莎
邓冬梅 胡 波 葛千红 谭玉芳 谭红平



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作了全面阐述。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通用君威车系的数据流分析,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/谭本忠主编. —2版. —北京:
机械工业出版社, 2013. 9
(科学修车系列丛书)
ISBN 978-7-111-43405-4

I. ①汽… II. ①谭… 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(2013)第 165817 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:徐巍 责任编辑:徐巍 刘焯 责任校对:陈越

封面设计:赵颖喆 责任印制:乔宇

北京铭成印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 2 版第 1 次印刷

184mm×260mm·22 印张·540 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-43405-4

定价:58.00 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

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

丛 书 序

汽车维修是一项技术含量很高的工作，它要求从业人员不仅要有扎实的专业理论知识，对维修的感性认知和实践经验，更强调维修程序的规范性、有序性、系统性和科学性。

汽车故障的检测、诊断与排除，无论是机械维修还是电气维修都是需要依照一定的流程，遵循一定的故障发生的规律，并参照诸多检修标准、数据来进行。这就要求每一位维修工作者都要掌握这些标准规范及流程，并储备关于检修对象的实用而准确的维修数据。

从科学修车的需要出发，我们特组织专业人员，搜集了大量的技术文献资料，经过加工整理，编就了科学修车系列丛书。丛书包括《汽车故障排解思路与实例》，《汽车维修标准、流程规范》，《汽车波形与数据流分析》、《汽车电控诊断手册》、《汽车维修速查手册》等五册。从行业岗位的工作流程的规范性，到维修的程式、思路与实践应用，科学诊断波形与数据分析以及故障解码与机修参数，作了全面阐述。

科学修车，有条有理地排除故障，知其然并知其所以然，从而走出东猜西想，拍脑袋换零件式的修车模式，这是汽车维修技术境界的又一提升。我们衷心希望本丛书对您踏上科学修车之途有一定的帮助。

编 者

前 言

汽车电子化的发展迅速，应用之广与日俱增，尤其是微机、网络技术的发展为汽车电子化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，而是机械与电子为一体的维修。而电子控制元件的维修比较抽象，给汽车维修技术提出了新的挑战。汽车示波器和汽车诊断仪应运而生，为汽车维修人员快速判断汽车电子设备故障提供了有力的工具。电子设备的测试设定变得非常简单，无需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分析提供了方便。

本书主要介绍了汽车波形与数据流分析两部分。

波形部分主要介绍了当代汽车电喷发动机各传感器、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获得方式和数据流的分析。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。

本书在编写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



丛书序

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、汽车专用示波器的结构	6
二、汽车专用示波器的分类及工作原理	7
第三节 汽车专用示波器的使用操作	8
一、信号频率和时基选择	8
二、示波器设置要领	8
第四节 汽车专用示波器在汽车故障诊断中的应用	11
案例一 发动机怠速不稳定	12
案例二 发动机怠速抖动	14
案例三 发动机运转不稳定,故障指示灯亮	15
案例四 发动机运转不稳定,松加速踏板时有时熄火	15
第二章 传感器波形分析	17
第一节 空气流量计(MAF)波形分析	17
一、翼板式空气流量计波形分析	17
二、博世热线式空气流量计波形分析	19
三、卡门涡流式空气流量计波形分析	20
四、数字式空气流量传感器信号波形分析	21
第二节 氧传感器波形分析	22
一、氧传感器的波形检测	23
二、氧传感器的波形分析	24
三、不同燃油喷射系统中的氧传感器波形	25
四、双氧传感器信号电压波形分析	25
五、氧传感器的杂波分析	27



六、氧传感器故障波形诊断分析	29
第三节 其他传感器的波形分析	32
一、节气门位置传感器波形分析	32
二、进气压力传感器(MAP)波形分析	34
三、温度传感器波形分析	36
四、爆燃传感器波形分析	39
五、车速传感器波形分析	40
六、ABS 轮速传感器波形分析	44
七、上止点(TDC)、曲轴(CKP)、凸轮轴(CMP)传感器	45
八、废气再循环阀位置传感器波形分析	52
第三章 执行器波形分析	55
第一节 喷油驱动器波形分析	55
一、喷油驱动器分类	55
二、喷油驱动器的测试	55
第二节 点火系统波形分析	63
一、用示波器检测点火系统的故障	63
二、点火次级波形分析	66
三、点火初级波形分析	78
四、点火正时及参考信号波形分析	82
第三节 控制阀波形分析	85
一、怠速控制(IAC)电磁阀波形分析	85
二、混合气控制阀波形分析	86
三、炭罐清洗电磁阀波形分析	87
四、涡轮增压电磁阀波形分析	88
五、废气再循环(EGR)控制电磁阀波形分析	89
六、ABS 电磁阀波形分析	90
七、变速器换挡控制电磁阀波形分析	91
第四章 汽车电器波形分析	93
第一节 蓄电池电源测试波形分析	93
一、蓄电池电源正极(B+)波形分析	93
二、电源对地电路杂波波形分析	94
三、蓄电池接地电路电压降波形分析	95
四、蓄电池电源线(大电流)电压降波形分析	96
第二节 交流发电机信号波形分析	96
一、发电机输出电压波形分析	97
二、发电机输出电压/电流波形分析	97
三、发电机二极管波形分析	98
四、发电机磁场控制波形分析	99
第三节 起动系统测试波形分析	99



一、蓄电池负载波形分析(发动机启动时)	99
二、起动机电流蓄电池电压波形分析	100
三、相对气缸压力波形分析	101
第四节 其他测试波形分析	102
一、直流电流波形分析	102
二、直流电流开关波形分析	103
三、传感器参考电压波形分析	103
四、串行数据流波形分析	104
五、柴油机预热塞电流波形分析	105
第五章 汽车数据流认识	106
第一节 如何测量数据流	106
一、数据流的概念	106
二、数据流参数的分类	106
第二节 获得汽车数据流的方法	109
一、电脑通信方式	109
二、电路在线测量方式	110
三、元器件模拟方式	112
第六章 汽车数据流的分析方法	113
第一节 常见的数据分析方法	113
一、数值分析法	113
二、时间分析法	114
三、因果分析法	114
四、关联分析法	114
五、比较分析法	115
第二节 基本数据分析	115
一、发动机参数分析	115
二、燃油控制参数分析	117
三、进气状态参数分析	120
四、供电器点火参数分析	122
五、排放控制参数分析	125
六、变速器参数分析	131
七、空调参数分析	137
第七章 大众车系数据流分析	140
第一节 奥迪车系	140
一、奥迪车系发动机数据流读取	140
二、大众/奥迪车系发动机数据流分析	143
三、大众/奥迪车系自动变速器数据流读取	174
四、大众/奥迪车系 ABS 数据读取与分析	183
第二节 新奥迪 A6L	185



一、新奥迪 A6L 4.2L 发动机数据流	185
二、新奥迪 A6L ABS 数据流	201
三、新奥迪 A6L MMI 控制单元数据流	204
四、新奥迪 A6L 前照灯范围控制单元 J431 数据流	206
五、新奥迪 A6L 电子驻车制动器数据流	207
六、新奥迪 A6L 电子转向柱控制单元数据流	209
七、新奥迪 A6L 供电控制单元 1 数据流	210
八、新奥迪 A6L 供电控制单元 2 数据流	214
九、新奥迪 A6L Climatronic 自动空调控制单元 J255 数据流	216
十、新奥迪 A6L 舒适系统数据流	242
十一、新奥迪 A6L 无钥匙启动控制单元数据流	245
十二、新奥迪 A6L 蓄电池管理控制器系统数据流	251
十三、新奥迪 A6L 组合仪表系统数据流	253
十四、新奥迪 A6L 诊断接口控制单元数据流	256
第三节 桑塔纳 3000 数据流分析	258
上海大众桑塔纳 3000 发动机数据流读取	258
第八章 丰田凯美瑞车系数据流分析	266
第一节 发动机数据流	266
第二节 自动变速器数据流	278
第三节 空调系统数据流	281
第四节 ABS 数据流	284
第五节 SRS 数据流	287
第六节 防盗系统数据流	288
第九章 通用别克君威车系数据流分析	290
第一节 发动机数据流分析	290
第二节 自动变速器数据流分析	315
第三节 暖风、通风与空调数据流分析	320
第四节 遥控门锁控制模块故障诊断信息	326
第五节 收音机故障诊断信息	327
第十章 数据流故障案例分析	329
案例一 奥迪 A6 轿车加速不良	329
案例二 奥迪 A6 2.0L 轿车怠速不稳、费油及冒黑烟	329
案例三 桑塔纳 2000GSi 轿车高速行驶发冲故障排除	330
案例四 桑塔纳 2000GLi 轿车怠速过高, 熄火不易启动	331
案例五 桑塔纳 2000GSi 轿车怠速抖动	331
案例六 捷达王 GTX 轿车怠速不稳、动力不足及冒黑烟	332
案例七 2001 款捷达王低速时游车	332
案例八 捷达 GT AHP 发动机怠速不稳、抖动严重及加速不良	333
案例九 捷达都市先锋 AT 轿车转速与实际车速不符	333



案例十 捷达都市先锋轿车加速无力·····	333
案例十一 捷达轿车冷车无高怠速及憋车·····	334
案例十二 捷达前卫发动机怠速不稳、忽高忽低·····	335
案例十三 捷达前卫轿车怠速不稳、空档滑行时易熄火且加速不良·····	335
案例十四 捷达前卫轿车刚起动或急加速时排气管冒大量黑烟·····	336
案例十五 1998 款三菱帕杰罗怠速偏高 ·····	337
参考文献·····	339

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，见图 1-1。

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。



图 1-1 直流信号图

模拟传感器信号：发动机冷却温度传感器、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。

2. 交流信号

交流信号是一种模拟信号，见图 1-2。

在汽车中产生交流(AC)信号的传感器和装置有：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(见图 1-3)的传感器和装置有：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(见图 1-4)的电路或装置有：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。

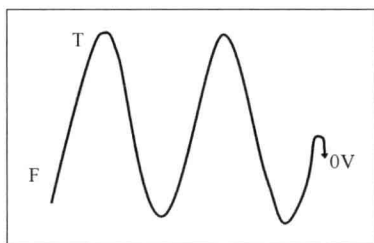


图 1-2 交流信号图

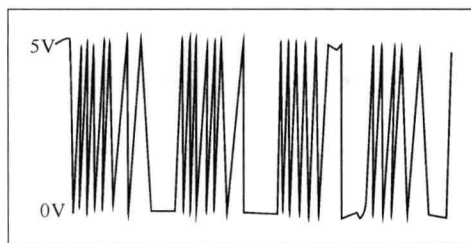


图 1-3 频率调制信号图

5. 串行数据(多路)信号

若汽车中具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(见图 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。

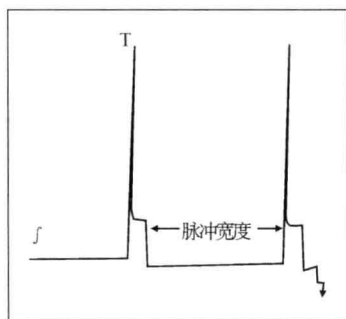


图 1-4 脉宽调制信号图

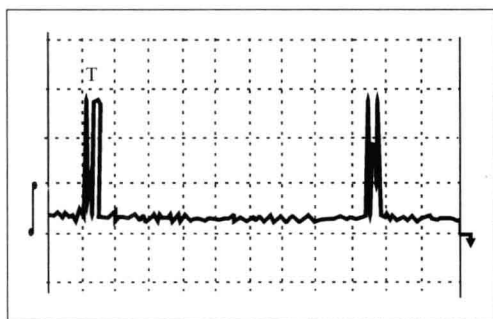


图 1-5 串行数据(多路)信号图

二、汽车电子信号的五个判定依据

汽车电子信号的“五要素”: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。

五个判定依据是:

- 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;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。



五个判定根据与五种类型的相关连带关系如表 1-1 所示。

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。

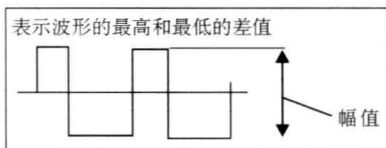


图 1-6 幅值波形含义示意图

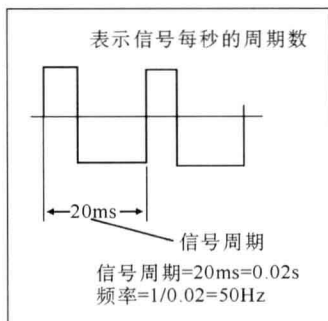


图 1-7 频率波形含义示意图

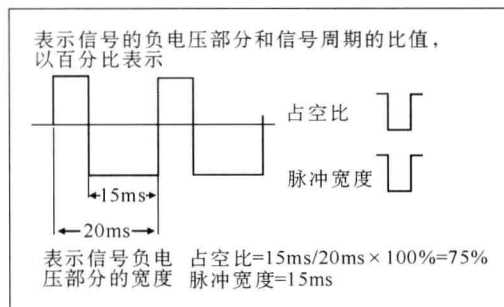


图 1-8 占空比、脉冲宽度波形含义示意图

2. 波形界面识别

- ① 单通道波形，见图 1-9。
- ② 双通道波形，见图 1-10。

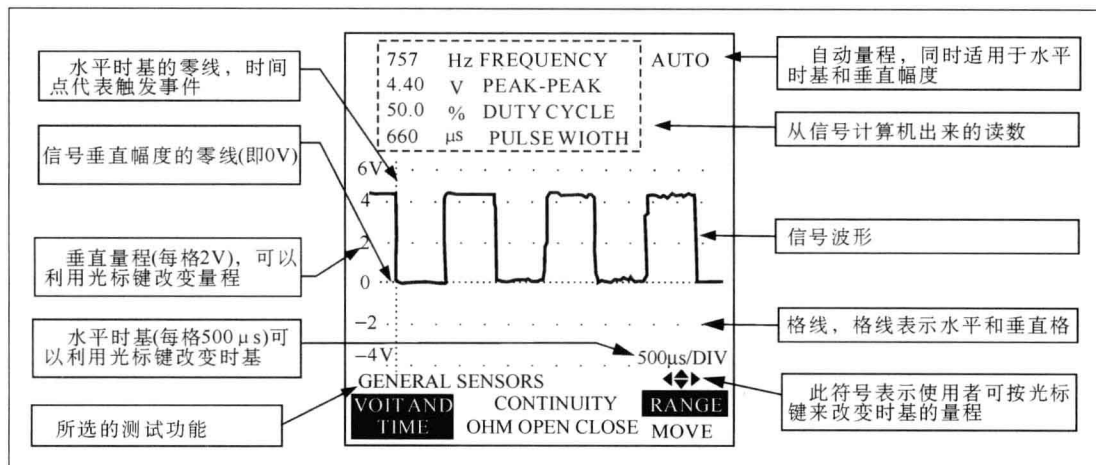


图 1-9 单通道波形含义示意图

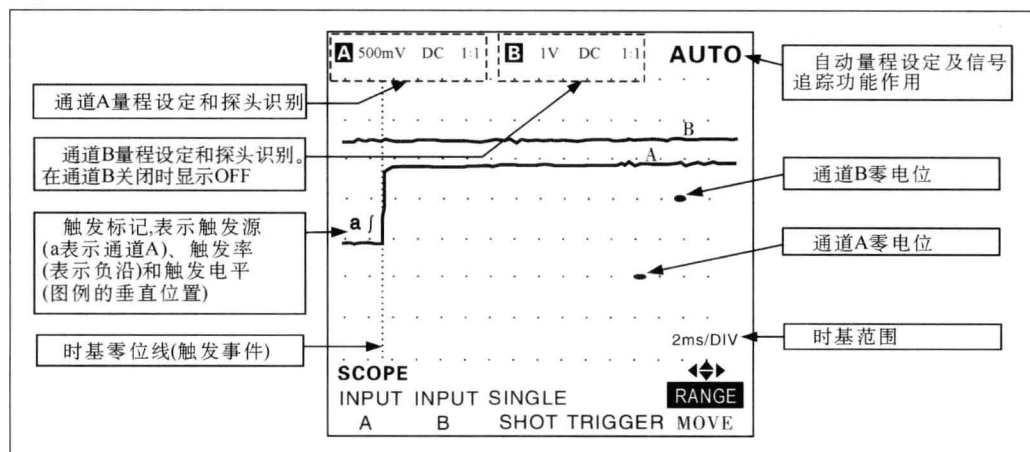


图 1-10 双通道波形含义示意图

3. 波形数据的识别

① 氧传感器波形, 见图 1-11。

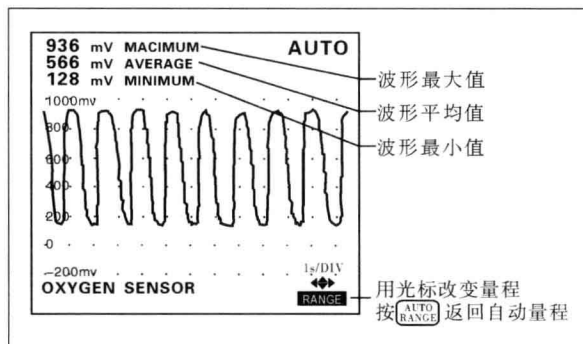


图 1-11 氧传感器波形



② 爆燃传感器信号，见图 1-12。

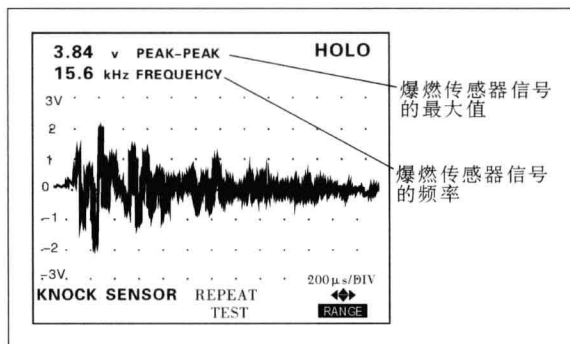


图 1-12 爆燃传感器信号

③ 喷油器控制信号，见图 1-13。

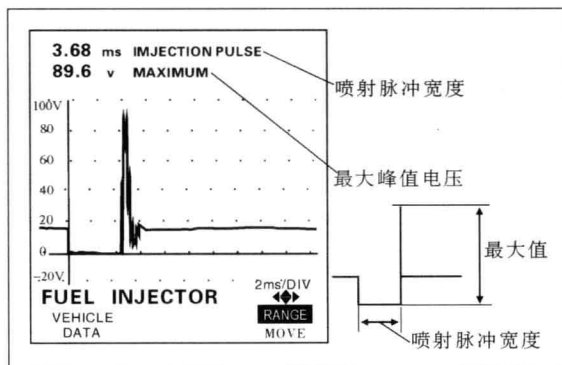


图 1-13 喷油器控制信号图

④ 初级点火波形，见图 1-14。

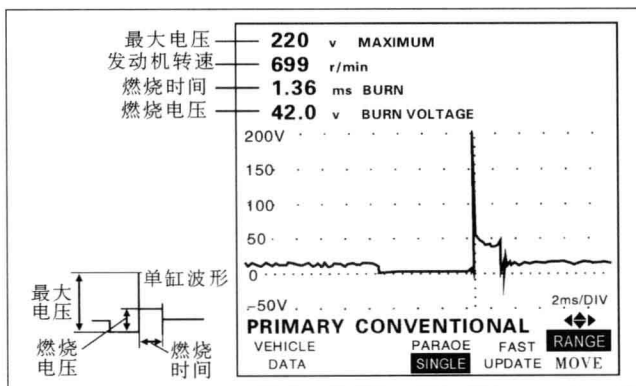


图 1-14 初级点火波形

⑤ 次级点火波形，见图 1-15。

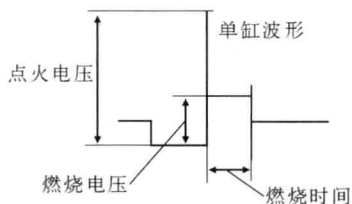
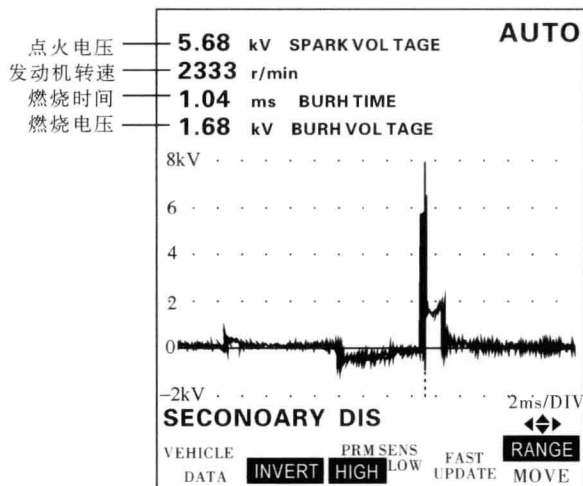


图 1-15 次级点火波形

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。

一、汽车专用示波器的结构

汽车专用示波器是由传感器、电控系统和显示器等组成的，图 1-16 所示的 WFJ-1 型汽车发动机综合测试仪就是一种多功能汽车专用示波器。其荧光屏用来显示被测部位的电压波形；波形控制旋钮可以调整波形的水平或垂直方向的位置及显示亮度，并控制波形的同步。

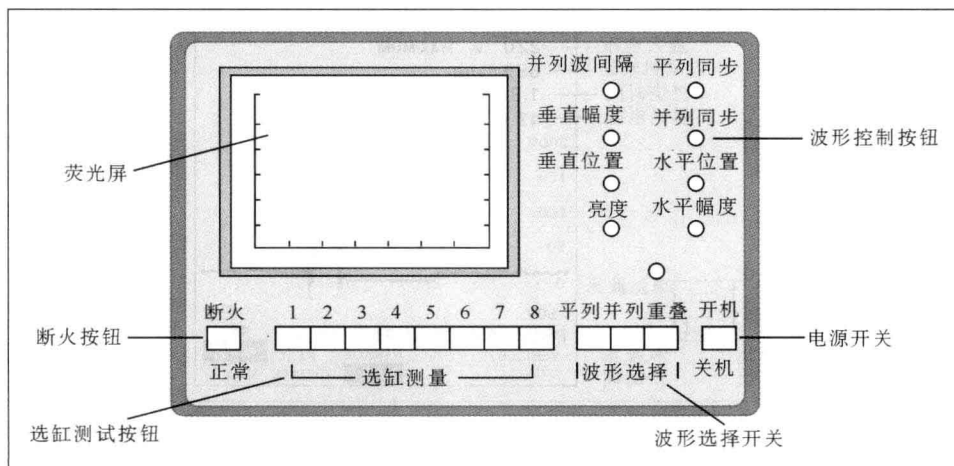


图 1-16 WFJ-1 型汽车发动机综合测试仪显示器



二、汽车专用示波器的分类及工作原理

示波器能够简便地显示各种电信号的波形，一切可以转化为电压的电学量和非电学量及它们作周期性变化的过程都可以用示波器来观测，示波器是一种用途十分广泛的测量仪器。示波器一般由示波管、衰减和放大系统、扫描和整步系统以及电源等部分组成。为了适应各种测量的要求，示波器的电子线路多种多样而且很复杂。

汽车专用示波器按工作原理可以分为磁电式和阴极射线式，前者由类似达松伐耳电流计的机构驱动画笔在匀速旋转的圆筒上作垂直运动画出波形曲线，而后者是利用锐聚焦的电子束在荧光屏上显示出两个或更多变量之间的关系；按显示器的形式，示波器可分为示波管显示式和液晶显示式；按结构形式不同又分为台式和便携式。台式示波器采用交、直流两种电源，微机控制，其功能齐全，显示清楚。便携式示波器以干电池为电源，多用液晶显示器，兼有示波器与数字万用表的功能。

图 1-17 是 WFJ-1 型发动机综合测试仪的工作原理框图，由图可知，各种传感器从发动机采集的信号经过处理放大送往主机，主机为一台微型计算机，它在相应软件的支持下，完成各种性能参数的测量、分析与故障判断，其结果由存储器存储，并送往显示器，由荧光屏或数码显示管显示，亦可打印输出。荧光屏上显示的是一条信号电压随时间变化的波形曲线。

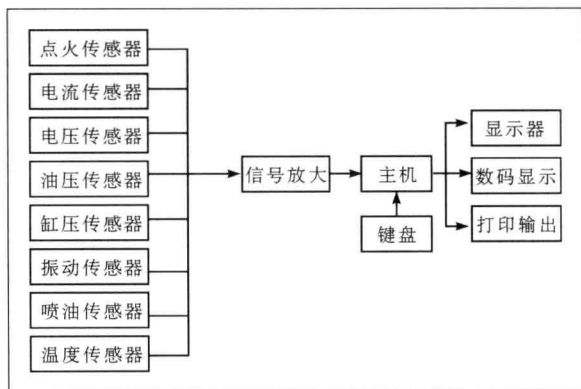


图 1-17 WFJ-1 型发动机综合测试仪工作原理框图

图 1-18 为示波管的结构示意图，这种阴极射线管由电子枪、偏转板、荧光屏和玻璃外壳组成，电子枪将电子束射到荧光屏上产生一个光点。示波管内的两组金属板：水平方向放置的两块板叫垂直偏转板；垂直方向放置的是两块水平偏转板。从示波器电子电路中得到适当的电荷后，两组偏转板内便形成电场，电子枪发射的电子束经过这些电场时，其方向就会偏转。在水平偏转板的作用下，电子束在荧光屏上的亮点由屏幕的左端移向右端，划成一条亮线，然后从右至左变暗回位。因其扫描的速度很快，所以屏幕上能看到的只是一条光亮的直线。

示波器与被测试的传感器或执行元件的正极相连接，示波管的垂直偏转板上得到的电荷与被测试的信号成正比例，电子束在横向扫描的同时，又在垂直偏转板电场的作用下上下移动，于是，荧光屏上显示出一条信号电压随时间而变化的波形曲线。被测电路发生故障，必