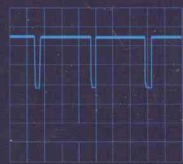
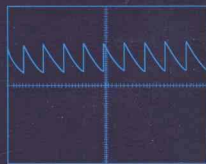
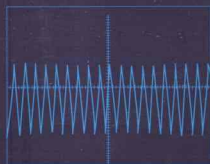


TUJIE QICHE  
BOXING JIANCE  
DAQUAN



# 图解汽车波形 检测大全

孔军 主编



化学工业出版社

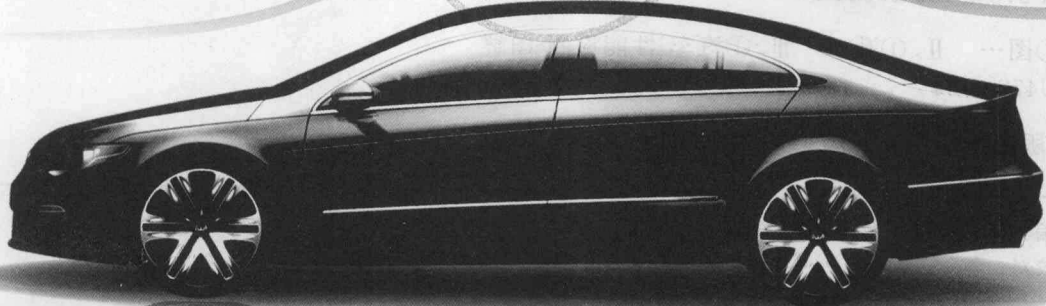
· 013064738

U472.9

55

# 图解汽车波形 检测大全

孔军 主编



化学工业出版社



北航

C1672376

U472.9  
55

88730810

本书采用图解的形式,介绍了汽车波形检查和分析,着重介绍了发动机控制系统中的传感器和执行器的波形检测方法、波形特点分析、故障原因等内容,全方位地介绍了汽车波形的相关知识;并分别介绍了东风日产车系、丰田车系、马自达车系、铃木车系、一汽车系、北京现代车系等各车型系统中典型部件的标准波形和数据,方便读者对照波形和数据判断部件是否正常。

本书波形分析到位、数据全面准确、涉及品牌多、车型丰富、资料新颖,指导维修人员举一反三,正确检测汽车波形,快速找到汽车故障。

本书可供汽车维修人员参考使用,也可供职业院校或培训学校相关专业的师生参考。

#### 图书在版编目(CIP)数据

图解汽车波形检测大全/孔军主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 6

ISBN 978-7-122-16584-8

I. ①图… II. ①孔… III. ①汽车-性能检测-图解  
IV. ①U472.9-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第031962号

---

责任编辑:李军亮

文字编辑:陈喆

责任校对:蒋宇

装帧设计:尹琳琳

---

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张18 $\frac{3}{4}$  字数658千字 2013年9月北京第1版第1次印刷

---

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

---

定 价:78.00元

版权所有 违者必究





## FORWORD 前言

随着汽车技术的发展,电子技术、计算机技术和机电一体化技术在汽车上有了广泛的应用,使汽车的性能和结构更加优化。电子设备和电控系统的应用使汽车故障也越来越多,在电路方面的故障,可直接用示波器通过波形迅速找到故障电压的变化而找到故障所在,比使用万用表省时省力。为了帮助汽车维修人员看懂波形,学会看波形识故障,提高检修效率,我们组织相关技术人员编写了本书。

本书首先介绍了汽车波形检查和分析,着重介绍了发动机控制系统中的传感器和执行器的波形检测方法、波形特点分析、故障原因等内容,全方位地介绍了汽车波形的相关知识;然后又分别介绍了东风日产车系、丰田车系、马自达车系、铃木车系、一汽车系、北京现代车系等各车型系统中典型部件的标准波形和数据,方便读者对照波形和数据判断部件是否正常。

本书有如下特点:

① 波形分析到位、数据全面准确,指导维修人员正确地检测汽车波形,快速找到汽车故障。

② 品牌多、车型丰富。本书选择了市场保有量大、且代表性强的品牌和车型,指导读者举一反三,快速掌握汽车波形检测技巧。

③ 资料新颖、数据宝贵。本书列举的各波形和数据,都是从厂家的维修资料中提取而来,非常实用且宝贵。

本书由孔军主编,参加编写的人员还有程玉华、张丽、宋睿、朱琳、刘冰、袁大权、曹清云、李小方、李青丽、高春其、梁志鹏、盖光辉、张彩霞、李东亮、安思慧、王彬、李勤、邵方星、周文彩、薛大迪、张军瑞、张猛、高文华、孙运生、周国强、张明星、刘海龙、尹建华、刘红军、霍胜杰、张云丹、庞云峰、吕会琴、李俊华、张倩、郭荣立、潘利杰、白春东、林博、任旭阳、王志玲、李自雄、刘力侨、陈海龙、李飞、李丽丽、黄杰、陈义强、王云、翟红波等。

由于编者水平有限,书中存在不足之处,诚请专家和读者批评指正。

编者



# 目录 CONTENTS



## 第 1 章 汽车波形检查和分析

第一节 汽车信号波形的基本概念 .....	1	四、EGR 电磁阀的波形分析 .....	30
一、汽车电子信号的类型 .....	1	五、混合气控制电磁阀的波形分析 .....	32
二、汽车电子信号的判定依据 .....	2	六、空燃比调整阀的波形分析 .....	32
三、波形识别 .....	3	七、涡轮增压电磁阀的波形分析 .....	33
第二节 汽车传感器波形分析 .....	4	第四节 点火波形分析 .....	33
一、空气流量传感器波形分析 .....	4	一、点火正时及参考信号波形分析 .....	33
二、进气歧管绝对压力传感器波形分析 .....	9	二、波形测试及分析方法 .....	34
三、氧传感器波形分析 .....	10	三、电子点火正时信号波形 .....	34
四、节气门位置传感器波形分析 .....	16	四、点火 (DIST) 参考信号波形 .....	34
五、曲轴位置传感器波形分析 .....	17	五、点火 (DIST) 参考信号和电子点火	
六、温度传感器波形分析 .....	19	正时 (EST) 双踪波形 .....	35
七、爆震传感器波形分析 .....	21	六、福特分布型点火传感器 PIP 和点火输出	
八、EGR 阀位置传感器波形分析 .....	21	信号 SPOUT 双踪波形 .....	35
九、ABS 轮速传感器的波形分析 .....	22	七、初级点火闭合角波形 .....	36
十、车速传感器的波形分析 .....	23	八、点火初级线圈电流波形 .....	36
十一、行车高度 (位置) 传感器波形分析 .....	25	九、分电器点火初级阵列波形 .....	37
第三节 执行器波形分析 .....	25	十、分电器初级调整阵列波形 .....	38
一、喷油器波形分析 .....	25	十一、分电器初级单缸波形 .....	38
二、怠速控制阀波形分析 .....	29	十二、电子点火初级单缸波形 .....	38
三、活性炭罐清洗电磁阀波形分析 .....	30		



## 第 2 章 东风日产车系检修信号波形和数据速查

第一节 东风日产骏逸车系 (2008 款) .....	40	类型 2) .....	51
一、发动机控制系统 (ECM) (MR 类型 1		三、发动机系统 (M9R) .....	54
和 MR 类型 2) .....	40	四、变速驱动桥和变速箱 (6AT;	
二、自动空调系统 (自动放大器) .....	43	RE6F01A) .....	60
三、电动门锁系统 (BCM 部分) .....	45	五、车身控制模块 (BCM) .....	61
四、电动车窗系统 (主开关) .....	45	六、加热器和自动空调控制系统 .....	71
五、车门遥控开关系统 (BCM 部分) .....	46	七、加热器和手动空调系统 .....	72
六、智能钥匙系统 .....	46	八、电动车窗系统 .....	72
七、日产防盗系统 (NATS) .....	50	九、车顶 .....	73
八、组合仪表系统 .....	50	十、车外照明系统 (氙气型) .....	73
第二节 东风日产新奇骏 T31 车系 (2008 款) .....	51	十一、车外照明系统 (卤素型) .....	73
一、发动机控制系统 (MR20DE) .....	51	十二、车内照明系统 .....	73
二、发动机控制系统 (QR25DE 类型 1 和		十三、刮水器和清洗器 BCM .....	73

十四、除雾器 .....	73	三、动力转向系统 .....	117
十五、警告蜂鸣器系统 .....	73	四、保护系统 .....	117
十六、音响、视频和导航系统 .....	74	五、通风、加热器和空调系统 .....	117
第三节 东风日产玛驰车系 (2010 款) .....	75	六、车身控制模块 (BCM) .....	118
一、发动机控制系统 (HR12DE 类型 1) .....	75	七、自动驾驶位置调节器系统 .....	133
二、发动机系统 (HR12DE 类型 2) .....	80	八、发动机室智能电源分配模块 (IPDM E/R) .....	134
三、发动机控制系统 (HR15DE) .....	84	九、安全控制系统 .....	136
四、变速器和变速箱系统 (TCM) (4AT; RE4F03C) .....	89	十、电动车窗控制系统 .....	136
五、车身控制模块 (BCM) .....	92	十一、车顶天窗 (A 型) .....	136
六、通风装置和自动空调系统 .....	100	十二、车外照明系统 (氙气型) .....	137
七、通风装置和手动空调系统 .....	101	十三、车内照明系统 (卤素型) .....	138
八、电动车窗系统 .....	101	十四、车内照明系统 .....	138
九、仪表、警告灯和指示灯 .....	101	十五、雨刮器和清洗器 .....	138
十、警告蜂鸣器系统 .....	102	十六、除雾器 .....	138
十一、音响系统 .....	102	十七、仪表、警告灯和指示灯 .....	138
十二、声呐系统 .....	103	十八、警告蜂鸣器系统 .....	139
第四节 东风日产新天籁 J32 (公爵) 车系 (2011 款) .....	104	十九、声呐系统 .....	139
一、发动机控制系统 (MR20DE 类型 1 和类型 2) .....	104	二十、基本音响系统 .....	140
二、发动机控制系统 (VQ25DE, VQ35DE 类型 1 和类型 2) .....	109	二十一、不带导航的 BOSE 音响系统 .....	141
		二十二、带导航的 BASE 音响系统 .....	151
		二十三、带导航的 BOSE 音响系统 .....	155

## ▶▶▶ 第 ③ 章 一汽丰田车系检修信号波形和数据速查

第一节 一汽丰田卡罗拉车系 (2007 款) .....	163	第三节 一汽丰田威驰车系 (2005、2008 款) .....	176
一、发动机控制系统 (1ZR-FE, 2ZR-FE) .....	163	一、发动机控制系统 (2NZ-FE, 1ZR-FE) (2008 款) .....	176
二、自动空调系统 .....	166	二、自动变速器系统 (配置 5A-FE、8A-FE) (2005 款) .....	179
三、手动空调系统 .....	167	第四节 一汽丰田皇冠车系 (2005、2007 款) .....	181
四、防盗系统 .....	167	一、发动机控制系统 (3GR-FE 和 5GR-FE) (2007 款) .....	181
第二节 一汽丰田锐志车系 (2005 款) .....	168	二、自动变速器系统 (A960E) (2007 款) .....	185
一、发动机 SFI 电控系统 (3GR-FE、5GR-FE) .....	168	三、空调系统 (2007 款) .....	186
二、上车和启动系统 (3GR-FE) .....	172	四、前照灯方向控制 ECU .....	187
三、自动变速器系统 (A760E、A960E) .....	172	五、组合仪表 (2005 款) .....	188
四、空调系统 (A/C) .....	174		
五、导航系统 .....	174		
六、巡航控制系统 .....	176		

## ▶▶▶ 第 ④ 章 广州丰田车系检修信号波形和数据速查

第一节 广州丰田凯美瑞车系 (2006 款) .....	189	四、空调系统 .....	195
一、发动机控制系统 (1AZ-FE、2AZ-FE) .....	189	五、巡航控制系统 .....	196
二、发动机启动系统 (1AZ-FE、2AZ-FE) .....	192	六、照明系统 .....	196
三、自动传动桥系统 (U241E、U250E) .....	194	七、智能进入和启动系统 .....	196



第二节 广州丰田凯美瑞混合动力车系 (2010 款) .....	197	二、智能进入和启动系统 .....	217
一、发动机控制系统 (3AZ-FXE) .....	197	三、自动变速器系统 (U151E、U151F) .....	217
二、智能上车和启动系统 (3AZ-FXE) .....	200	四、自动空调系统 .....	218
三、混合动力控制系统 .....	201	五、照明系统 .....	220
四、混合动力蓄电池系统 .....	207	六、门锁-智能进入和启动系统 .....	220
五、电子控制制动系统 .....	209	第四节 广州丰田雅力士车系 (2008 款) .....	221
六、空调系统 .....	210	一、发动机控制系统 (1ZR-FE, 4ZR-FE) .....	221
七、照明系统 .....	212	二、发动机启动系统电控单元 (1ZR-FE, 4ZR-FE) .....	224
八、音频和视频系统 .....	212	三、自动传动桥电控单元 (U340E) .....	227
九、导航系统 .....	213	四、自动传动桥系统 (ECM) 电控单元 (U441E) .....	228
第三节 广州丰田汉兰达车系 (2009 款) .....	214	五、空调系统 .....	229
一、发动机系统 (2GR-FE) .....	214		

## ▶▶▶ 第 ⑤ 章 马自达车系检修信号波形和数据速查

第一节 长安马自达 3 车系 (2010 款) .....	230	三、自动变速器系统 (TCM) (FS5A-EL) .....	234
一、发动机控制系统 (PCM) (Z6) .....	230	四、自动变速器系统 (FN4A-EL) .....	236
二、发动机控制系统 (PCM) (LF、L5) .....	232	第二节 马自达 M6 睿翼车系 (2009 款) .....	237

## ▶▶▶ 第 ⑥ 章 铃木车系检修信号波形和数据速查

第一节 长安铃木雨燕车系 (2005~2008 款) .....	240	四、车身控制模块 (BCM) .....	247
一、发动机控制系统端子功能和检测 (2008 款) .....	240	第二节 长安铃木天语 SX4 车系 (2007 款) .....	250
二、发动机系统其他部件的标准电阻 (2008 款) .....	245	一、发动机控制系统 .....	250
三、自动变速器系统端子功能和检测 (2005~ 2008 款) .....	246	二、发动机控制系统端子电阻值 .....	257
		三、自动变速器控制系统 .....	258
		四、车身电控系统 BCM .....	259
		五、无钥匙启动控制模块 .....	261

## ▶▶▶ 第 ⑦ 章 一汽奔腾车系检修信号波形和数据速查 (2006 款)

一、发动机控制系统 (LF、L3) .....	264	三、自动空调控制系统 .....	267
二、自动变速器控制系统 (FS5A-EL) .....	266		

## ▶▶▶ 第 ⑧ 章 北京现代车系检修信号波形和数据速查

第一节 北京现代途胜车系 (2006~ 2008 款) .....	269	二、自动变速器控制系统 .....	276
一、发动机控制系统 (G4GC) .....	269	第二节 北京现代悦动车系 (2008~ 2010 款) .....	283

# 第一章 汽车波形检查和分析



## 第一节 汽车信号波形的基本概念

### 一、汽车电子信号的类型

汽车电子信号有五大基本类型，即直流信号、交流信号、频率调制信号、脉宽调制信号和串行数据信号。

#### 1. 直流信号

直流信号如图 1-1 所示。直流信号是一种模拟信号，汽车上产生直流信号的传感器元件有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传感器等。



图 1-1 直流信号

#### 2. 交流信号

交流信号如图 1-2 所示。在汽车中产生交流信号的传感器和装置有车速传感器、防滑制动轮速传感器、磁电式曲轴转角和凸轮轴传感器、爆震传感器。

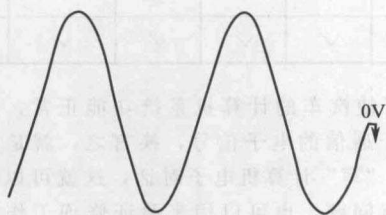


图 1-2 交流信号

#### 3. 频率调制信号

频率调制信号如图 1-3 所示。汽车中产生可变频率信号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、霍尔式车速传感器、光电式凸轮轴和曲轴转角传

感器、霍尔式车速传感器、霍尔式凸轮轴和曲轴转角传感器。



图 1-3 频率调制信号

#### 4. 脉宽调制信号

脉宽调制信号如图 1-4 所示。在汽车中产生脉宽调制信号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、净化、涡轮增压和其他控制电磁阀、喷油嘴、怠速控制发动机和电磁阀。

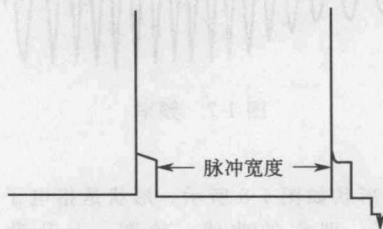


图 1-4 脉宽调制信号

#### 5. 串行数据（多路）信号

串行数据（多路）信号如图 1-5 所示。若汽车中

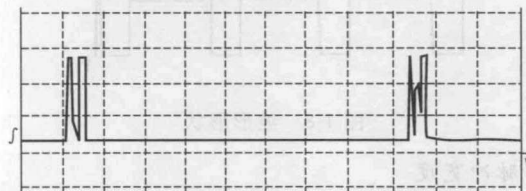


图 1-5 串行数据（多路）信号



具备有自诊断能力和其他串行数据传送能力的空盒子模块,则串行数据是由发动机控制电脑、车身控制电脑和防滑制动系统或其控制模块产生。

## 二、汽车电子信号的判定依据

了解五种基本的汽车电子信号——直流、交流、频率调制、脉宽调制和串行数据信号后,再根据汽车电子信号的五种基本特征——幅值、频率、形状、脉冲宽度、阵列,即五个判定依据,即可诊断出汽车的故障。

### 1. 幅值

幅值如图 1-6 所示。幅值是指电子信号在一定点上的瞬时电压。

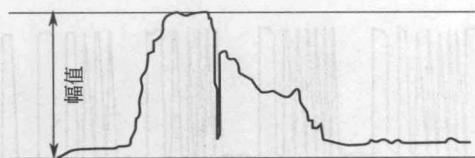


图 1-6 幅值

### 2. 频率

频率如图 1-7 所示。频率是指电子信号在两个事件或循环之间的时间,一般指 1s 的循环次数(Hz)。

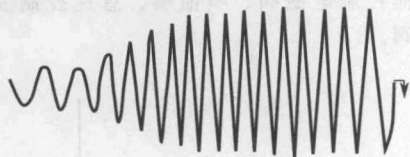


图 1-7 频率

### 3. 形状

波形形状如图 1-8 所示。形状是指电子信号的外形特征,即它的曲线、轮廓、上升沿、下降沿等。

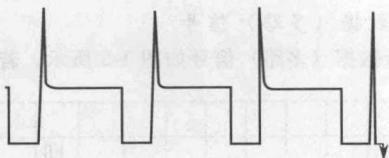


图 1-8 波形形状

### 4. 脉冲宽度

脉冲宽度如图 1-9 所示。脉冲宽度是指电子信号所占的时间或占空比。

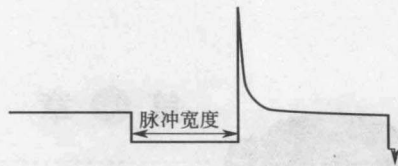


图 1-9 脉冲宽度

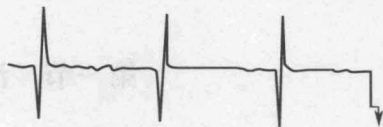


图 1-10 阵列

### 5. 阵列

阵列如图 1-10 所示。阵列是指组成信号的重复方式。

### 6. 电子信号与判定依据的关系

每个电子信号都可以由 5 种判定尺度中的一个或多个特征组成,每一个电子信号都要用判定尺度依据来确定电子通信。5 个基本类型中的任何一个必然是由一个或多个判定依据尺度来帮助理解什么类型的电子信号由什么判定依据来进行它们的“电子通信”。其判定依据见表 1-1。

表 1-1 电子信号与判定依据的关系

信号类型	判定依据				
	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	✓	✓	✓	✓	✓

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,换言之,就是必须能“读”与“写”计算机电子对话,这就可以用来解决测试点问题,也可以用来验证修理工作完成的情况是否恢复正常。如果一个传感器、执行器或控制电脑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,在一些情况下还会产生故障码。

在汽车发动机控制电脑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“电子语句”，在实际中，要用专门的诊断仪器去读取信息，即汽车专用示波器。

### 三、波形识别

#### 1. 几种术语

(1) 峰-峰值 峰-峰值如图 1-11 所示，它表示波形的最高和最低的差值。

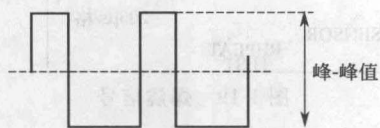


图 1-11 峰-峰值

(2) 频率 频率如图 1-12 所示，它表示信号每秒的周期数。例如：信号周期 = 20ms = 0.02s，频率 = 1/0.02 = 50Hz。

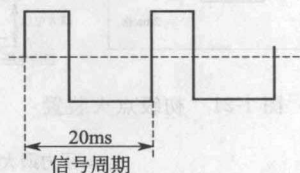


图 1-12 频率

(3) 脉冲宽度 脉冲宽度如图 1-13 所示，它表示信号负电压部分的宽度。

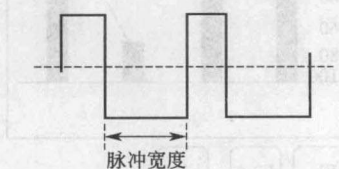


图 1-13 脉冲宽度

(4) 占空比 占空比如图 1-14 所示，它表示信号的脉冲宽度与信号周期的比值，以百分比表示。例如：

占空比 =  $15\text{ms}/20\text{ms} \times 100\% = 75\%$ ，脉冲宽度 = 15ms。

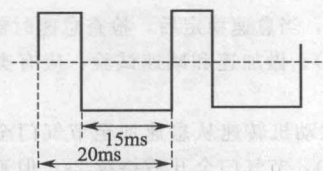


图 1-14 占空比

#### 2. 波形界面

(1) 单通道波形 单通道波形如图 1-15、图 1-16 所示。

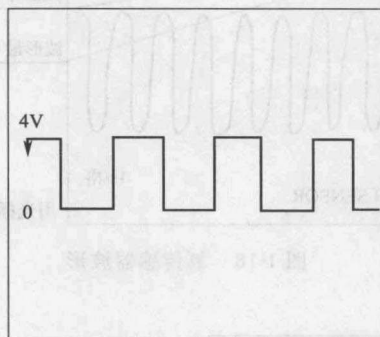


图 1-15 单通道波形 (一)

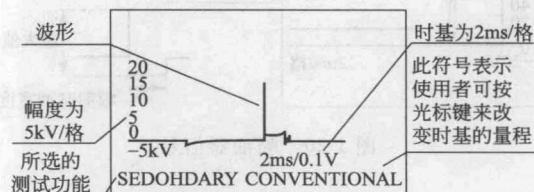


图 1-16 单通道波形 (二)

(2) 双通道波形 双通道波形如图 1-17 所示。

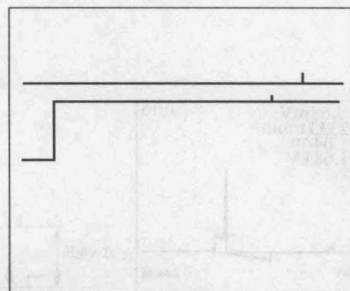


图 1-17 双通道波形

#### 3. 波形数据的识别

- (1) 氧传感器波形 氧传感器波形如图 1-18 所示。
- (2) 爆震信号 爆震信号如图 1-19 所示。
- (3) 喷油器信号 喷油器信号如图 1-20 所示。
- (4) 初级点火装置 初级点火装置如图 1-21 所示。
- (5) 次级点火波形 次级点火波形如图 1-22 所示。
- (6) 汽缸相对压力波形 汽缸相对压力对波形如图 1-23 所示。

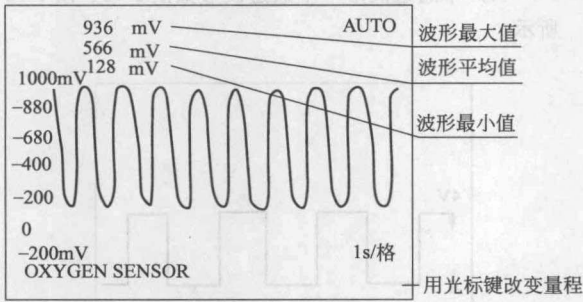


图 1-18 氧传感器波形

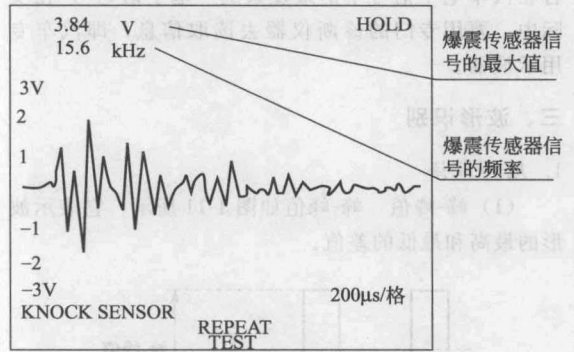


图 1-19 爆震信号

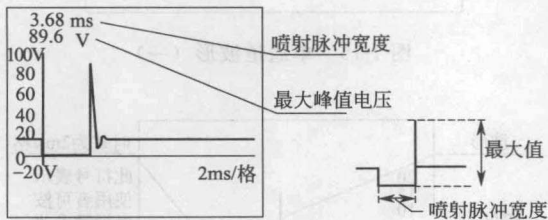


图 1-20 喷油器信号

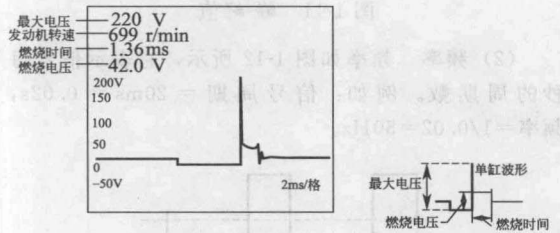


图 1-21 初级点火装置

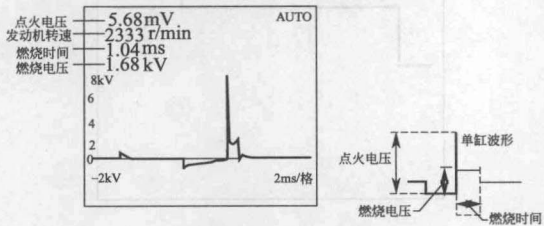


图 1-22 次级点火波形

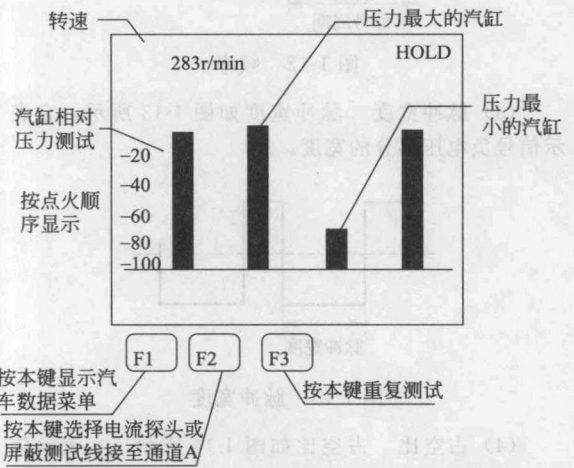


图 1-23 汽缸相对压力波形

## 第二节 汽车传感器波形分析

### 一、空气流量传感器波形分析

#### 1. 翼片式空气流量传感器信号波形分析

##### (1) 波形检测方法

① 连接好波形测试设备，探针接信号输出端子，鳄鱼夹搭铁。

② 关闭所有附属电气设备，启动发动机，并使

其怠速运转，当怠速稳定后，检查怠速时输出信号电压（图 1-24）。做加速和减速试验，应有类似图中的波形出现。

③ 将发动机转速从怠速加至节气门全开（加速时不宜太急），节气门全开后持续 2s，但不要使发动机超速运转。

④ 再将发动机降至怠速运转，并保持 2s。



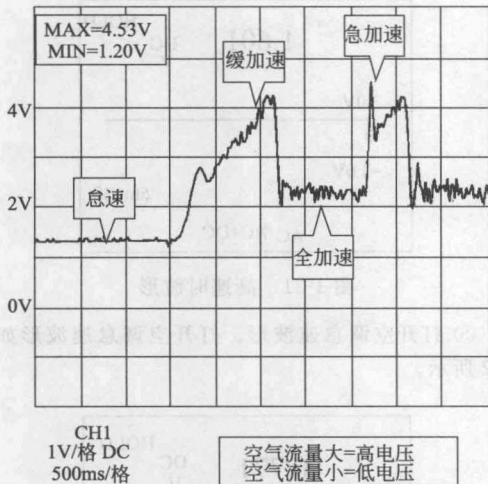


图 1-24 翼片式空气流量传感器实测波形

⑤ 再从怠速急加速发动机至节气门全开，然后再关小节气门使发动机回至怠速。

⑥ 定住波形。旋转翼片式空气流量传感器信号波形如图 1-24 所示。

(2) 波形分析 波形的含义及相关说明如图 1-25 所示。

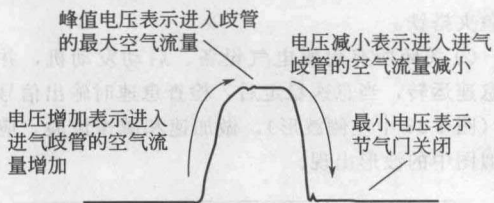


图 1-25 翼片式空气流量传感器信号波形分析

① 测量出的电压值波形可以参照维修资料进行对比分析，正常旋转翼片式空气流量传感器怠速时输出电压约为 1V，节气门全开时应超过 4V，急减速（急抬加速踏板）时输出电压并不是非常快地从急加速电压回到怠速电压。

通常（除 TOYOTA 汽车外）旋转翼片式空气流量传感器的输出电压都是随空气流量的增加而升高。

如果检测结果与上述要求不符，则应更换旋转翼片式空气流量传感器。

② 波形的幅值在气流不变时应保持稳定，一定的空气流量应有相对应的输出电压。当输出电压与气流不符（可以从波形图中检查出来，而发生这种情况将使发动机的工作状况明显地受到影响）时，应更换旋转翼片式空气流量传感器。

③ 若波形中有间断性的毛刺出现，则说明旋转

翼片式空气流量传感器可变电阻器的炭刷有小的磨损，用波形分析方法更容易发现可变电阻器（电位计）的磨损点。

若波形中除了最高点和最低点以外，在平稳加速过程中有波形平台（电压值在某处出现停顿），则说明发动机运转时叶片有间歇性卡滞现象。

出现上述两种情况，应更换旋转翼片式空气流量传感器。

④ 出现图 1-26 所示的向下的毛刺，则表示传感器中有与搭铁短路故障或可变电阻器炭刷有间歇性的开路故障，应更换旋转翼片式空气流量传感器。

⑤ 在急加速时波形中的小尖峰是由于叶片过量摆动造成的，控制电控单元正是根据这一点来判定加速加浓信号的，这不是故障，而是正常波形。

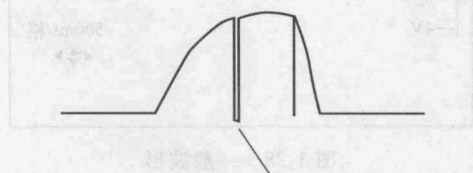


图 1-26 故障波形

(3) 故障原因 当发现空气流量传感器波形有问题时，考虑更换传感器之前，应对与它相关的项目做进一步检查确认：汽车电平是否大于 12V；空气滤清器有无阻塞；进气管及歧管总成有无漏气现象；发动机室冷却风扇散热是否足够；传感器电源是否正确；主继电器工作是否正常；传感器接地电压是否小于 0.1V；检测插接器和线束有无松动或污损；传感器本身是否受到油污污染或有其他损伤。

2. 热线（热膜）式空气流量传感器信号波形分析

(1) 波形特点 波形特点如图 1-27 所示。通常

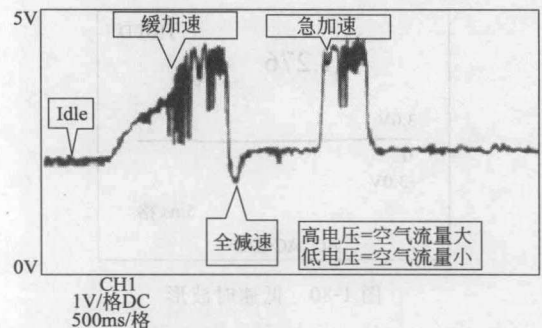


图 1-27 波形特点

热线式空气流量计输出电压范围是从怠速时超过 0.2V 变至油门全开时超过 4V, 当全减速时输出电压比怠速时的电压稍低。

### (2) 怠速波形

① 一般波形。一般波形如图 1-28 所示。

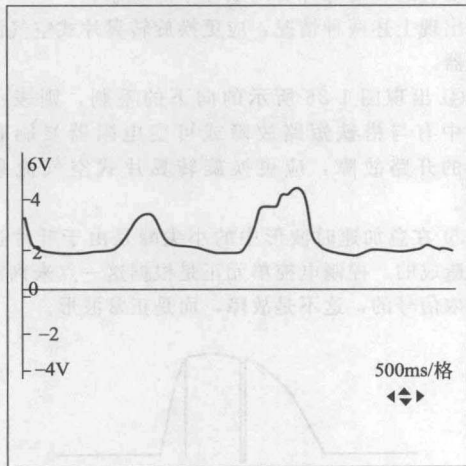


图 1-28 一般波形

② 怠速波形。怠速波形如图 1-29 所示, 为怠速时小红旗空气流量传感器实测波形。

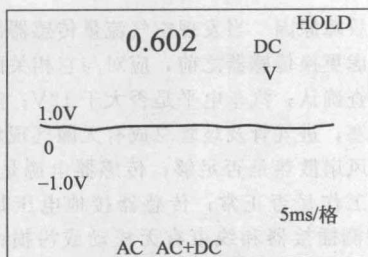


图 1-29 怠速波形

③ 低速时波形。低速时波形如图 1-30 所示, 为 2000r/min 时小红旗空气流量传感器实测波形。

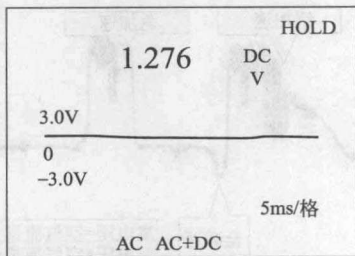


图 1-30 低速时波形

④ 高速时波形。高速时波形如图 1-31 所示, 为 3000r/min 时小红旗空气流量传感器实测波形。

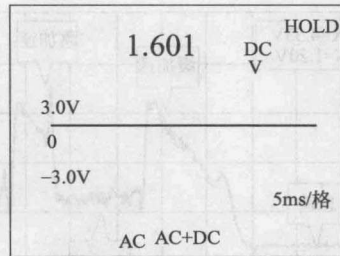


图 1-31 高速时波形

⑤ 打开空调怠速波形。打开空调怠速波形如图 1-32 所示。

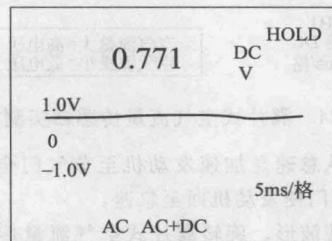


图 1-32 打开空调怠速波形

### (3) 波形检测方法

① 连接好波形测试设备, 探针接信号输出端子, 鳄鱼夹搭铁。

② 关闭所有附属电气设备、启动发动机, 并使其怠速运转, 当怠速稳定后, 检查怠速时输出信号电压 (图 1-33 中左侧波形)。做加速和减速试验, 应有类似图中的波形出现。

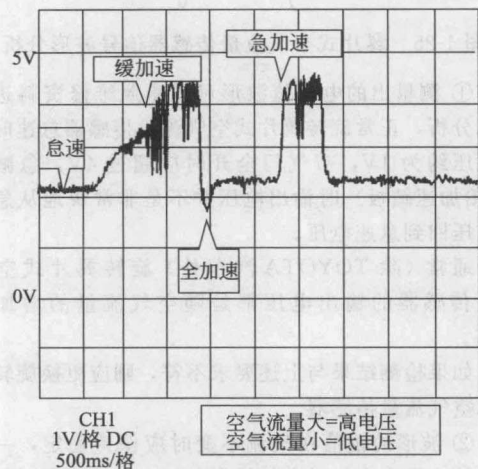


图 1-33 热线式空气流量传感器信号实测波形

③ 将发动机转速从怠速加至节气门全开 (加速过程中节气门应以缓中速打开), 节气门全开后持续 2s, 但不要使发动机超速运转。

- ④ 再将发动机降至怠速运转，并保持 2s。
  - ⑤ 从怠速工况急加速发动机至节气门全开，然后关小节气门使发动机回至怠速。
  - ⑥ 定住波形，仔细观察空气流量传感器波形。
- (4) 波形分析 波形的含义及相关说明如图 1-34 所示。

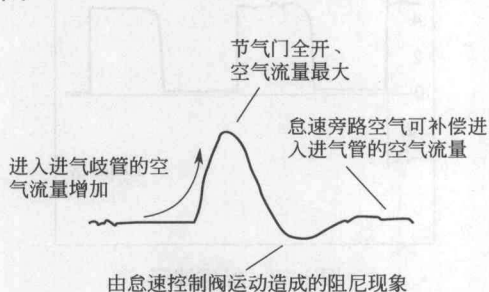


图 1-34 热线式空气流量传感器信号波形分析

① 从维修资料中找出输出信号电压参考值进行比较，通常热线（热膜）式空气流量传感器输出信号电压范围是从怠速时超过 0.2V 变至节气门全开时超过 4V，当急减速时输出信号电压应比怠速时的电压稍低。

② 发动机运转时，波形的幅值看上去在不断地波动，这是正常的，因为热线式空气流量传感器没有任何运动部件，因此没有惯性，所以它能快速地对空气流量的变化做出反应。在加速时波形中所看到的杂波实际是在低进气真空之下各缸进气口上的空气气流脉动，发动机 ECU 中的超级处理电路读入后会清除这些信号，所以这些脉冲没有关系。

③ 不同的车型输出电压将有很大的差异，在怠速时信号电压是否为 0.25V 也是判断空气流量传感器好坏的办法，另外，从燃油混合气是否正常或冒黑烟也可以判断空气流量传感器的好坏。

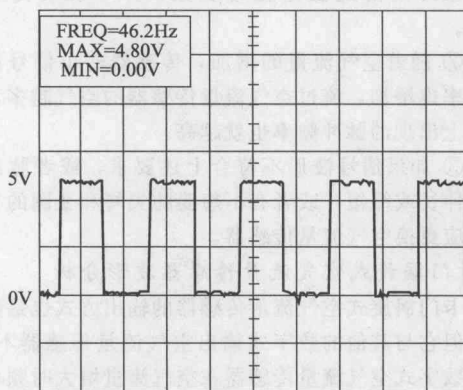
④ 如果信号波形与上述情况不符，或空气流量传感器在怠速时输出信号电压太高，而节气门全开时输出信号电压又达不到 4V，则说明空气流量传感器已经损坏。

如果在车辆急加速时空气流量传感器输出信号电压波形上升缓慢，而在车辆急减速时空气流量传感器输出信号电压波形下降缓慢，则说明空气流量传感器的热线（热膜）脏污。出现这些情况，均应清洁或更换热线（热膜）式空气流量传感器。

### 3. 数字式空气流量传感器信号波形分析

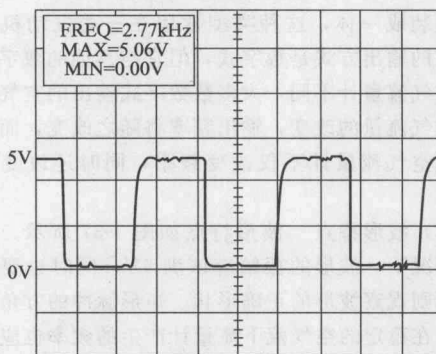
(1) 波形检测方法 将波形测试设备探针接空气流量传感器信号输出端子，鳄鱼夹搭铁。在发动机运转时测试空气流量传感器输出信号电压波形。数字式空气流量传感器输出的信号都是频率信号，根据空气流量传感器的不同，其输出信号电压波形可以分为高

频和低频两种形式，两种形式空气流量传感器的信号电压波形如图 1-35 所示。



当空气流量不变时，输出频率也固定不变

(a) 高频型



当空气流量不变时，输出频率也固定不变

(b) 低频型

图 1-35 数字式空气流量传感器

(2) 波形分析 波形的含义及相关说明如图 1-36 所示。

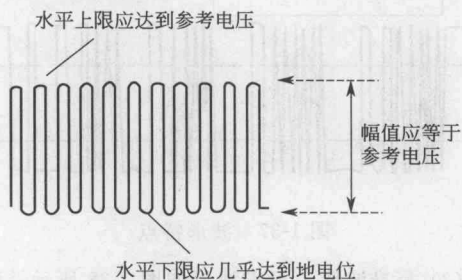


图 1-36 数字式空气流量传感器信号电压波形分析

① 波形的幅值大多数应满 5V，波形的形状要一致，矩形的拐角和垂直沿的一致性要好，传感器输出



信号电压波形的频率要与发动机转速等一致。

有些车型如通用别克汽车的波形上部左侧的拐角有轻微的圆滑过渡是正常现象,并不说明传感器损坏。

② 随着空气流量的增加,传感器输出信号波形的频率也增加,流过空气流量传感器的空气越多,信号向上出现的脉冲频率也就越高。

③ 如果信号波形不符合上述要求,或者脉冲波形有伸长或缩短,或者有不想要的尖峰和变圆的直角等,应更换空气流量传感器。

#### 4. 卡门涡旋式空气流量传感器波形分析

卡门涡旋式空气流量传感器的输出方式也是数字式,但它与其他的数字式输出空气流量传感器不同,通常数字式空气流量传感器在空气流量增大时频率也随之增加。在加速时,卡门涡旋式空气流量传感器与其他数字式空气流量传感器不同之处在于它不但频率增加,同时它的脉冲宽度也改变。

(1) 特点 卡门涡旋式空气流量计通常与空气滤清器组装成一体,这种类型常用在三菱发动机系统中,它的输出方式是数字式,但它与其他的数字式输出的空气流量计不同,大多数数字式输出的空气流量计随空气流量的改变,输出频率将随之改变,而卡门涡旋式空气流量计不仅改变频率,同时还改变脉冲宽度。

(2) 波形特点 波形特点如图 1-37 所示。在大多数情况下,波形的振幅应该满 5V,同时也要按照一致原则观察波形的正确形状、矩形脉冲的方角及垂直沿;在稳定的空气流下流量计产生的频率也应该是稳定的,无论是什么样的值都应该是一致的。当这种型号的空气流量计工作正常时,脉冲宽度将随加速的变化而变化。这是为了加速加浓时,能够向控制电脑提供非同步加浓及额外喷射脉冲信号。

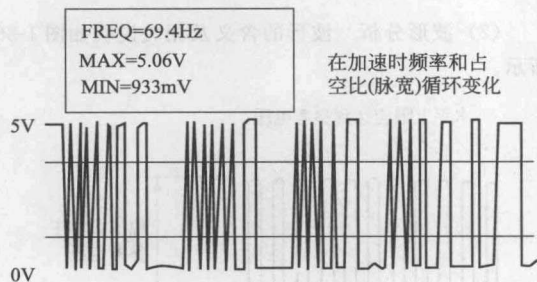


图 1-37 波形特点

(3) 标准波形 标准波形如图 1-38 所示,波形的上限应接近 5V,下限应接近 0V,脉冲宽度相一致,波形无尖峰或圆角。

(4) 故障波形 故障波形如图 1-39 所示,波形

的频率变化无规则、杂乱。

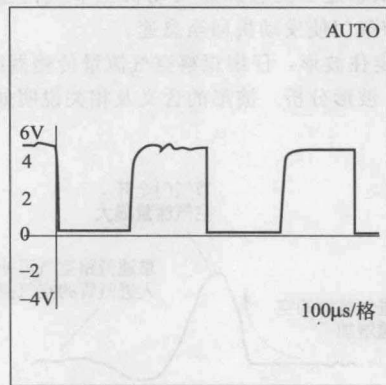


图 1-38 标准波形

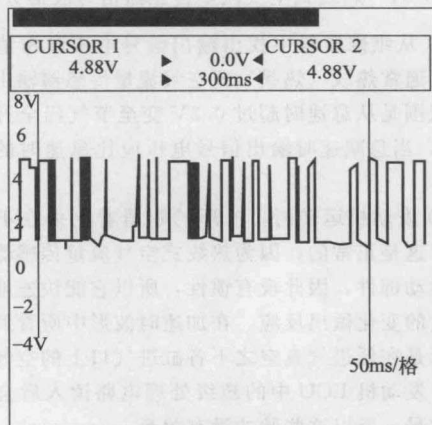


图 1-39 故障波形

(5) 波形检测方法 正确连接波形测试设备,启动发动机,在不同转速的情况下进行试验,注意应把较多的时间用在测试发动机性能有问题的转速段内,观看波形测试设备。卡门涡旋式空气流量传感器的输出信号电压波形如图 1-40 所示。

#### (6) 波形分析

① 确信在任何给定的运行方式下,波形的重复性和精确性在幅值、频率、形状和脉冲宽度等几个方面的关键参数都是相同的。

② 确信在稳定转速的情况下,空气流量能产生稳定的频率。

③ 在大多数情况下,波形的幅值应该满 5V,同时也要按照一致性原则看波形的正确形状、矩形脉冲的方角及垂直沿。

④ 在稳定的空气流量下空气流量传感器产生的频率也应该是稳定的,不论是什么样的值都应该是一致的。

⑤ 当这种型号的空气流量传感器工作正常时,

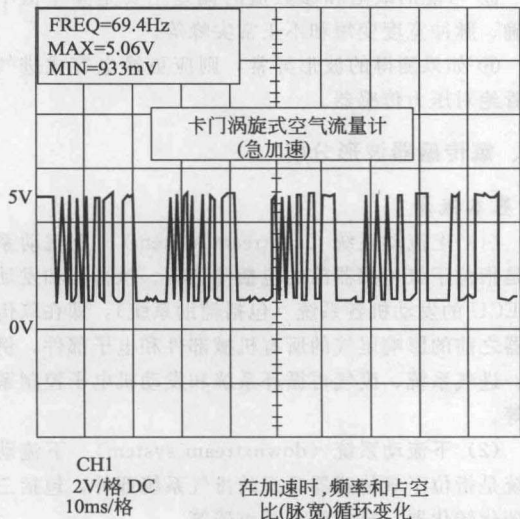


图 1-40 卡门涡旋式空气流量传感器的输出信号电压实测波形

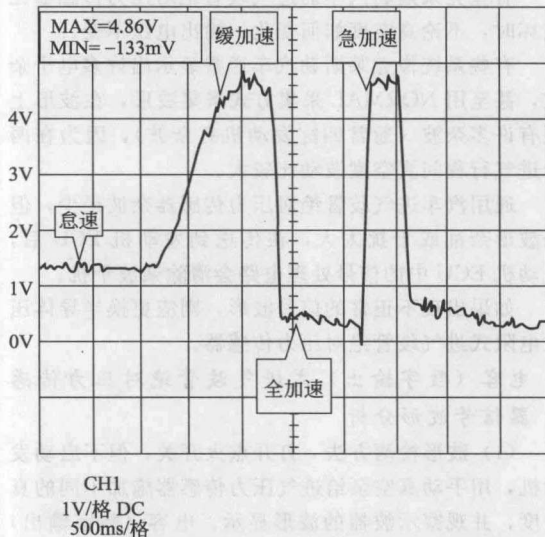


图 1-41 半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器信号波形

脉冲宽度将随加速的变化而变化，这是为了加速加浓时，能够向发动机 ECU 提供非同步加浓及额外喷油脉冲信号。

⑥ 脉冲宽度缩短，尖峰以及圆角的产生，这些都会影响发动机性能和造成排放等问题。

⑦ 如果波形不符合上述要求，则应更换卡门涡旋式空气流量传感器。

## 二、进气歧管绝对压力传感器波形分析

### 1. 半导体压敏电阻（模拟输出）式进气歧管绝对压力传感器信号波形检测、分析

#### (1) 波形检测方法

① 连接好波形测试设备，探针接传感器信号输出端子，鳄鱼夹搭铁。

② 关闭所有附属电气设备，启动发动机，并使其怠速运转，怠速稳定后，检查怠速输出信号电压（图 1-41 中左侧波形）。做加速和减速试验，应有类似图 1-41 中的波形出现。

③ 将发动机转速从怠速加到油门全开（加速过程中油门应缓中速打开），并持续约 2s，不宜超速。

④ 再减速回到怠速状况，持续约 2s。

⑤ 再急加速至油门全开，然后再回到怠速。将波形定住，观察波形。半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器信号波形如图 1-41 所示。也可以用手动真空泵对其进行抽真空测试，观察真空表读数与输出电压信号的对应关系。

(2) 波形分析 半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器信号波形说明如图 1-42 所示。

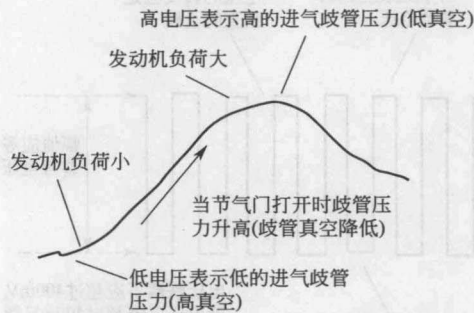


图 1-42 半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器信号波形分析

从车型技术资料中查到各种不同车型在不同真空度下的输出电压值，将这些参数与示波器显示的波形进行比较。通常半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器的输出电压在怠速时为 1.25V，当节气门全开时略低于 5V，全减速时接近 0V。

大多数进气歧管绝对压力传感器在真空度高时（急减速是 81kPa）产生的电压信号（接近 0V），而真空值低时（全负荷时接近 10kPa）产生高的电压信号（接近 5V），也有些进气歧管压力传感器设计成相反方式，即当真空度增高时输出电压也增高。

当进气歧管绝对压力传感器有故障时，可以查阅维修手册，波形的幅值应保持在接近特定的真空度范围内，波形幅值的变化不应有较大的偏差。

当传感器输出电压不能随发动机真空值变化时，在波形图上可明显看出来，同时发动机将不能正常工作。

有些克莱斯勒汽车的进气歧管绝对压力传感器在损坏时,不论真空度如何变化,输出电压不变。

有些系统像克莱斯勒汽车通常显示出许多电子杂波,甚至用 NORMAL 采集方式采集波形,在波形上还有许多杂波(通常四缸发动机有杂波),因为在两个进气行程间真空度波动比较大。

通用汽车进气歧管绝对压力传感器杂波最少,但是波形杂乱或干扰太大,在传送到发动机 ECU 后,发动机 ECU 中的信号处理电路会清除杂波干扰。

如果出现不正常的信号波形,则应更换半导体压敏电阻式进气歧管绝对压力传感器。

## 2. 电容(数字输出)式进气歧管绝对压力传感器信号波形分析

(1) 波形检测方法 打开点火开关,但不启动发动机,用手动真空泵给进气压力传感器施加不同的真空度,并观察示波器的波形显示。电容(数字输出)式进气歧管绝对压力传感器信号电压波形如图 1-43 所示。

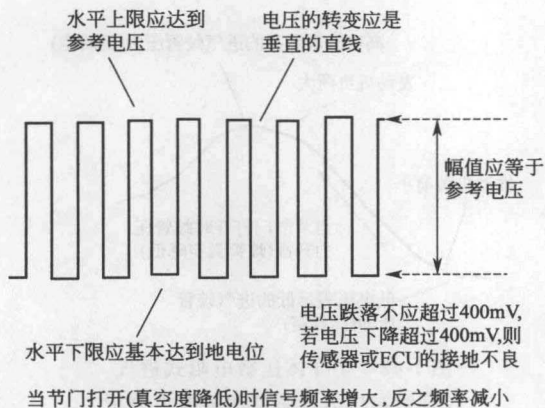


图 1-43 电容式进气歧管绝对压力传感器波形分析

### (2) 波形分析

① 这种进气歧管绝对压力传感器产生的是频率调制式数字信号,它的频率随进气真空的改变而改变,当没有真空时输出信号频率为 160Hz,在怠速时真空度为 64.3kPa,它产生频率约为 105Hz 的输出,检测时应按照维修手册中的资料来确定真空度和输出频率信号的关系。

② 确定幅值、频率和形状是相同的,精确性和重复性好,幅值接近 5V,频率随真空度而变化,形状(方波)保持不变。

③ 确定在给定的真空度的条件下,传感器能发出正确的频率信号。

④ 波形的幅值应该是满 5V 的脉冲,同时形状正确,例如波形稳定,矩形方角正确,上升沿垂直,频率与对应的真空度应符合维修资料给定的值。

⑤ 可能的缺陷和参数值的偏差主要是频率值不正确、脉冲宽度变短和不正常尖峰等。

⑥ 如果测得的波形异常,则应更换电容式进气歧管绝对压力传感器。

## 三、氧传感器波形分析

### 1. 基本概念

(1) 上流动系统(upstream system) 上流动系统是指位于氧传感器前的包括传感器、执行器和发动机 ECU 的发动机各系统(包括辅助系统),即在氧传感器之前的影响尾气的所有机械部件和电子部件,例如:进气系统、废气再循环系统和发动机电子控制系统等。

(2) 下流动系统(downstream system) 下流动系统是指位于氧传感器后面的排气系统部件,包括三效催化转化器、排气管和消声器等。

(3) 闭环(close loop) 闭环是指发动机 ECU 根据氧传感器的反馈信号不断地调整混合气的空燃比,使其值符合规定。根据氧传感器的信号波形可以判断系统是否已经进入闭环控制状态。用波形测试设备测得的发动机启动后的氧传感器输出的信号电压波形如图 1-44 所示。

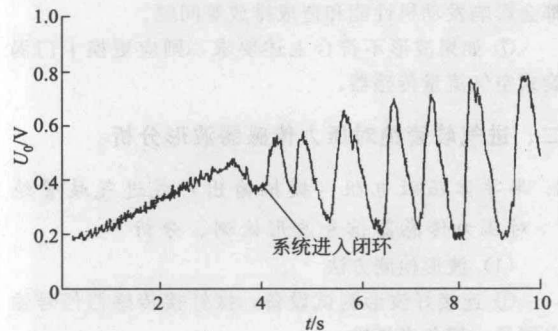


图 1-44 发动机启动后的氧传感器输出的信号电压波形

由图 1-44 可以看出,发动机启动后氧传感器输出的信号电压先逐渐升高到 450mV,然后进入升高和下降(混合气变浓和变稀)的循环(右侧图形),后者表示燃油反馈控制系统进入了闭环状态。

当然,只有当氧传感器在无故障的时候氧传感器的信号电压波形才能反映燃油反馈控制系统的状况;如果氧传感器有故障,那么它所产生的波形就不反映燃油反馈控制系统的状况。

### 2. 氧传感器信号波形的检测

测试氧传感器信号波形有 2 种常用的方法:丙烷加注法和怠加速法。

按照波形测试设备使用手册连接好波形测试