



汽车维修易查易学丛书

Q I C H E S H U J U L I U

汽车数据流

分析与故障诊断

FENXI YU GUZHANG ZHENDUAN

李昌凤◎主编

数据流与波形 读取/分析/诊断 从基础到应用

车型新 案例多 本田/丰田/马自达/大众/通用 典型故障诊断与排除

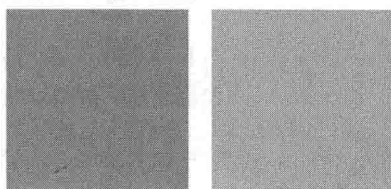
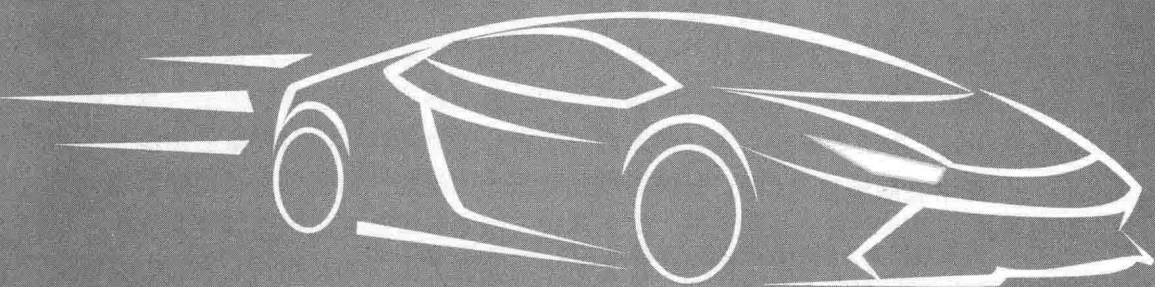


机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

△书

汽车数据流分析与故障诊断

主 编 李昌凤



机械工业出版社

《汽车数据流分析与故障诊断》可帮助读者认识并熟知汽车数据流与波形,掌握汽车数据流与波形获取方法,以及数据流与波形分析方法,最终能熟练掌握通过汽车数据流与波形分析排除汽车电子控制系统故障的技能。全书分为五章,主要内容包括汽车数据流与波形基础知识、发动机数据流与波形的分析及故障诊断、底盘电控系统数据流与波形的分析及故障诊断、汽车电器数据流与波形的分析及故障诊断、汽车电源系统数据流与波形的分析及故障诊断。

本书易学实用、通俗易懂,可读性和可操作性强,可供从事汽车维修的广大读者学习使用。

图书在版编目(CIP)数据

汽车数据流分析与故障诊断/李昌凤主编. —北京:
机械工业出版社, 2018. 6
(汽车维修易查易学丛书)
ISBN 978-7-111-59754-4

I. ①汽… II. ①李… 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(2018)第082871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:杜凡如 责任编辑:杜凡如 刘 焯

责任校对:肖 琳 封面设计:马精明

责任印制:常天培

北京铭成印刷有限公司印刷

2018年7月第1版第1次印刷

184mm×260mm·11印张·268千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-59754-4

定价:35.00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

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

随着汽车电子技术的飞速发展，汽车的智能程度越来越高，使得汽车上很多电子控制系统都可以通过数据流来反映它的工作性能。为了让广大汽车维修工更好地掌握汽车数据流分析知识，我们特意编写了本书来满足大家的学习需要。

本书突出诊断和分析两方面的技能，结合案例进行阐述，重点教会汽车维修工利用汽车数据流与波形对汽车电子控制系统进行诊断和分析，从而快速地排除汽车的疑难杂症。全书分为五章，主要内容包括汽车数据流与波形基础知识、发动机数据流与波形的分析及故障诊断、底盘电控系统数据流与波形的分析及故障诊断、汽车电器数据流与波形的分析及故障诊断、汽车电源系统数据流与波形的分析及故障诊断。

本书从实际应用出发、条理清晰、资料翔实、图文结合、易学实用、通俗易懂，可读性和可操作性强，可供从事汽车维修的广大读者学习使用。

本书由李昌凤主编，参加编写的人员还有李富强、李素红、朱其福、陈春燕。在本书编写过程中，得到了许多汽车维修企业以及广大技师朋友的大力支持和协助，并参阅了大量的相关资料，在此表示诚挚的感谢！

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，恳请广大读者批评指正，以便再版时补充完善。

编 者

目 录

前言

第一章 汽车数据流与波形基础知识	1
第一节 汽车数据流基础	1
一、汽车数据流的概念	1
二、汽车数据流的作用	1
三、汽车数据流的类型	1
四、汽车数据流的分析方法	2
第二节 汽车波形基础	4
一、汽车波形的概念	4
二、汽车波形的作用	4
三、汽车波形的类型	5
四、汽车波形的分析方法	5
第三节 汽车数据流与波形读取设备及使用	6
一、汽车故障诊断仪	6
二、汽车专用数字式万用表	11
三、汽车专用示波器	12
第二章 发动机数据流与波形的分析及故障诊断	14
第一节 燃油控制系统数据流与波形	14
一、燃油控制系统数据流分析	14
二、燃油控制系统波形分析	17
三、燃油控制系统数据流与波形诊断思路	18
四、燃油控制系统数据流与波形故障诊断实例	19
第二节 进气状态数据流与波形	22
一、进气状态数据流分析	22
二、进气状态波形分析	25
三、进气状态数据流与波形诊断思路	28
四、进气状态数据流与波形故障诊断实例	30
第三节 点火系统数据流与波形	32
一、点火系统数据流分析	32

二、点火系统波形分析	34
三、点火系统数据流与波形诊断思路	35
四、点火系统数据流与波形故障诊断实例	36
第四节 排放控制系统数据流与波形	39
一、排放控制系统数据流分析	39
二、排放控制系统波形分析	43
三、排放控制系统数据流与波形诊断思路	44
四、排放控制系统数据流与波形故障诊断实例	45
第五节 发动机其他数据流与波形	49
一、发动机其他数据流分析	49
二、发动机其他波形分析	53
三、发动机其他数据流与波形诊断思路	55
四、发动机其他数据流与波形故障诊断实例	55
第六节 发动机控制单元 (ECU) 数值参数	58
一、丰田车系发动机控制单元 (ECU) 数值参数	58
二、本田车系发动机控制单元 (ECU) 数值参数	61
三、马自达车系发动机控制单元 (ECU) 数值参数	64
四、大众车系发动机控制单元 (ECU) 数值参数	66
五、通用车系发动机控制单元 (ECU) 数值参数	82
第三章 底盘电控系统数据流与波形的分析及故障诊断	89
第一节 自动变速器数据流与波形	89
一、自动变速器数据流与波形分析	89
二、自动变速器数据流与波形诊断思路	96
三、自动变速器控制单元数值参数	97
四、自动变速器数据流与波形故障诊断实例	107
第二节 电动转向控制系统数据流	110
一、电动转向控制系统数据流分析	110
二、电动转向控制系统数据流诊断思路	112
三、电动转向控制系统数据流诊断实例	113
第三节 ABS 制动系统数据流	115
一、ABS 制动系统数据流分析	115
二、ABS 制动系统数据流诊断思路	120
三、ABS 制动系统数据流故障诊断实例	120
第四章 汽车电器数据流与波形的分析及故障诊断	124
第一节 组合仪表系统数据流	124
一、组合仪表系统数据流分析	124
二、组合仪表系统数据流诊断思路	128

三、组合仪表系统数据流故障诊断实例·····	129
第二节 自动照明系统数据流·····	130
一、自动照明系统数据流分析·····	130
二、自动照明系统数据流诊断思路·····	131
三、自动照明系统数据流故障诊断实例·····	133
第三节 门锁系统数据流·····	134
一、门锁系统数据流分析·····	134
二、门锁系统数据流诊断思路·····	135
三、门锁系统数据流故障诊断实例·····	135
第四节 汽车空调数据流与波形·····	137
一、汽车空调数据流分析·····	137
二、汽车空调波形的分析·····	141
三、汽车空调数据流与波形诊断思路·····	141
四、汽车空调控制单元 (ECU) 数值参数与主动测试·····	143
五、汽车空调数据流与波形故障诊断实例·····	145
第五节 汽车电器其他系统数据流·····	147
一、汽车电器其他系统数据流分析·····	147
二、汽车电器其他系统数据流诊断思路·····	149
三、汽车电器其他系统数据流故障诊断实例·····	150
第六节 车身控制单元 (BCM) 数值参数诊断·····	151
一、马自达轿车车身控制单元 (BCM) 数值参数·····	151
二、北京现代轿车车身控制单元 (BCM) 数值参数·····	152
三、长城哈弗轿车车身控制单元 (BCM) 数值参数·····	154
四、通用轿车车身控制单元 (BCM) 数值参数·····	157
第五章 汽车电源系统数据流与波形的分析及故障诊断·····	159
第一节 蓄电池控制系统数据流与波形的分析·····	159
一、蓄电池控制系统数据流分析·····	159
二、蓄电池控制系统波形分析·····	160
三、蓄电池控制系统数据流与波形诊断思路·····	160
四、蓄电池控制系统数据流与波形故障诊断实例·····	160
第二节 交流发电机数据流与波形故障诊断·····	163
一、交流发电机数据流分析·····	163
二、交流发电机波形分析·····	163
三、交流发电机数据流与波形诊断思路·····	164
四、交流发电机数据流与波形故障诊断实例·····	164
参考文献·····	169



第一章 汽车数据流与波形基础知识

第一节 汽车数据流基础



一、汽车数据流的概念

汽车数据流是指汽车电子控制单元（ECU）与传感器和执行器交流的数据参数。它是通过汽车诊断接口，由专用诊断仪读取的数据，且随时间和工况而变化。数据的传输就像人们排队一样，一个一个通过数据线流向诊断仪，供维修人员读取，如图 1-1 所示。

二、汽车数据流的作用

汽车电子控制单元（ECU）中所记忆的数据流真实反映了各传感器和执行器的工作电压和状态，为汽车故障诊断提供了依据。数据流只能通过专用诊断仪器读取。汽车数据流可作为汽车 ECU 的输入输出数据，使维修人员随时了解汽车的工作状况，及时诊断汽车的故障。

此外，读取汽车数据流可以检测汽车各传感器的工作状态，并检测汽车的工作状态，通过数据流还可以设定汽车的运行数据。

三、汽车数据流的类型

1) 根据各数据在诊断仪上显示方式的不同，数据参数可分为数值参数和状态参数两大类。

① 如图 1-2 所示，数据参数是有一定单位、一定变化范围的参数，它通常反映出电控装置工作中各部件的工作电压、压力、温度、时间、速度等。

② 如图 1-3 所示，状态参数是那些只有两种工作状态的参数，如开或关，闭合或断开、高或低、是或否等，它通常表示电控装置中的开关和电磁阀等元件的工作状态。

2) 根据 ECU 的控制原理，数据参数又分为输入参数和输出参数两大类。

① 输入参数是指各传感器或开关信号输入给 ECU 的各个参数。输入参数可以是数值参数，也可以是状态参数。

② 输出参数是 ECU 送出给各执行器的输出指令。输出参数大多是状态参数，也有少部分是数值参数。



01 电瓶电压	13.62 V
02 冷却液温度传感器电压	0.95 V
03 冷却液温度	93.75 °C
04 进气温度传感器电压	2.48 V
05 进气温度	51.00 °C
06 车速	40 km/h
07 上游氧传感器电压	0.76 V
08 下游氧传感器电压	0.81 V

图 1-1 数据流

数据流	
节气门位置传感器	0
碳罐净化占空比	0.00 %
废气再循环指令	0.39 %
废气再循环阀电压	0.83 V
蒸发器温度	0.00 °C
前氧传感器1电压	-0.70 V
后氧传感器1电压	0.76 V

图 1-2 数据参数

数据流	
发动机状态信息	怠速
燃油泵继电器数据	开
发动机全负荷段	关
节气门关闭	开
空调压缩机继电器状态信息	关
发动机冷却风扇状态	关
空调冷却风扇状态	关

图 1-3 状态参数

此外，数据流中的参数可以按汽车电器和发动机的各个系统进行分类，不同类型或不同系统的参数的分析方法各不相同。在进行电控装置故障诊断时，还应当将几种不同类型或不同系统的参数，进行综合对照分析。

注意：不同品牌及不同车型的汽车，其电控装置的数据流参数的名称和内容都不完全相同，具体应以诊断仪显示的汽车数据流参数为准。

四、汽车数据流的分析方法

汽车数据流分析方法主要有数值分析法、时间分析法、因果分析法、比较分析法和关联分析法五种。

1. 数值分析法

数值分析是对数据的数值变化规律和数值变化范围的分析，即数值的变化，如转速、车速以及计算机读值与实际值的差异等，可以通过诊断仪读取这些信号参数的数值加以分析，如图 1-4 所示。例如：对于发动机不能起动（起动系统正常）的情况，应注意观察发动机的转速信号（用诊断仪），因大多数发动机控制系统在对发动机进行控制时，都必须知道发动机的转速（发送信号的方式各车型会不同），否则将无法确定发动机是否在转动，当然也就无法计算进气量，并进行点火及喷油的控制。

数据流	
发动机转速 (RPM)	841.37 RPM
发动机目标转速 (ARPMES)	800.73 /min

图 1-4 数值分析

2. 时间分析法

诊断仪在分析某些数据参数时，不仅要考虑传感器的数值，而且要判断其响应的速率，以获得最佳效果。例如：氧传感器的信号（图 1-5），不仅要求有信号电压的变化，而且信号电压的变化频率在一定时间内要超过一定的次数（如某些车要求 6~10 次/s），当小于此值时，就会产生故障码，表示氧传感器响应过慢。三元催化转化器前、后氧传感器的信号变化频率是不一样的，通常后氧传感器的信号变化频率至少应低于前氧传感器的一半，否则可能是三元催化转化器效率已减低了。

3. 因果分析法

因果分析法是对相互联系的数据进行分析。在各个系统的控制中,许多参数是有因果关系的。如ECU得到一个输入信号,定要根据此输入信号给出下一个输出指令,在认为某个过程有问题时可以将这些参数连贯起来观察,以判断故障出现的部位。例如:在自动空调系统中,通常当按下空调开关后,该开关并不是直接通空调压缩机离合器,而是该开关信号作为空调请求后空调选择信号被发送给发动机控制单元(ECU),发动机控制单元(ECU)接收到此信号后,检查是否满足设定的条件,若满足,就会向压缩机继电器发出控制指令,接通继电器,使空调压缩机工作,所以当空调不工作时,可观察在按下空调开关后,A/C请求信号(图1-6)、空调允许、A/C继电器等空调参数的状态变化,来判断空调系统的故障点。

4. 比较分析法

比较分析法是对相同车型及系统在相同条件下的相同数据组进行分析(如图1-7所示,车辆A和车辆B的TPS传感器电压数据)。在很多时候,没有足够的详细技术资料 and 详尽的标准数据,无法很正确地断定某个器件好坏。此时可与同类车型或同类系统的数据加以比较。当然在修理中,很多人会使用部件替换法进行判断,这也是一种简单的方法。

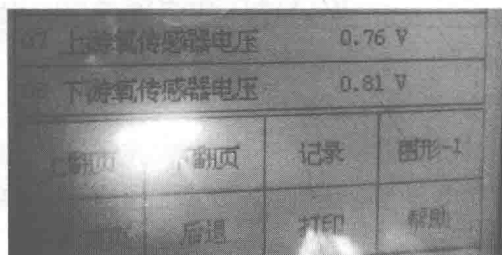


图 1-5 氧传感器的信号

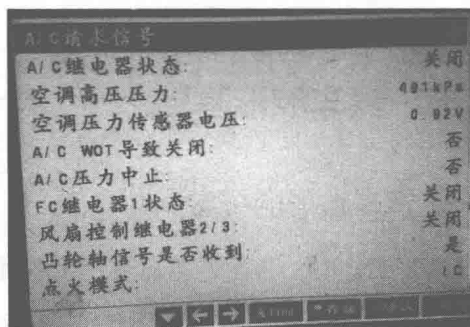
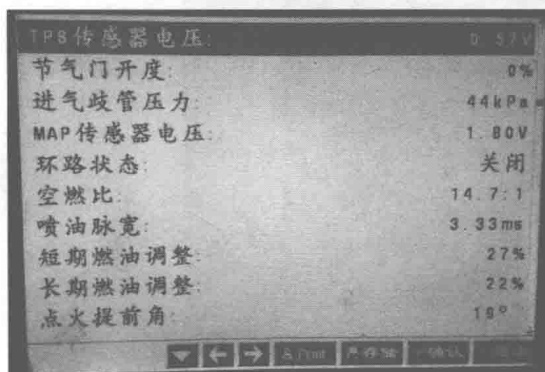
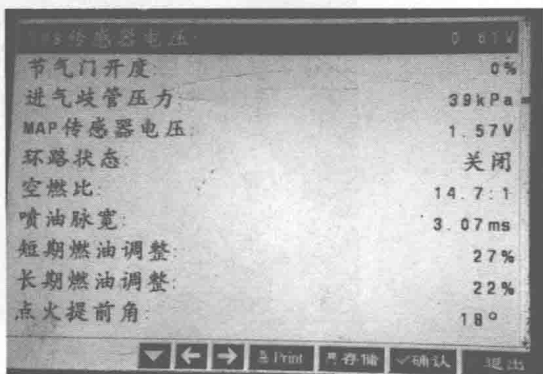


图 1-6 空调参数的状态



a) 车辆A的TPS传感器电压数据



b) 车辆B的TPS传感器电压数据

图 1-7 比较分析法

注意：用部件替换法检查时，首先应进行一定的基本诊断。在基本确定故障趋势后，再替换被怀疑有问题的部件，不可一上来就换这换那，其结果可能是换了所有的器件，仍未发现问题。再一个必须注意的是用于替换的器件一定要确认是良好的，而不一定是新的，因新的未必是良好的，这是做替换实验的基本原则。

5. 关联分析法

ECU 对故障的判断是根据几个相关传感器的信号进行比较，当发现它们之间的关系不合理时，会给出一个或几个故障码，或指出某个信号不合理。此时不要轻易断定是该传感器不良，需要根据它们之间相互关系传感器的数据流做进一步的检测，以得到正确结论，如图 1-8 所示。例如：在汽车维修中有时会给出节气门位置传感器信号不正确，但不论用什么方法检查，该传感器和其设定值都无问题。而若能认真地观察转速信号（用仪器或示波器），就会发现转速信号不正确，更换曲轴上的曲轴位置传感器（CKP 传感器）后，故障排除。故障原因是发动机 ECU 接收到此时不正确的转速信号后，并不能判断转速信号是否正确（因无比较量），而是比较此时的节气门位置传感器信号，认为其信号与接收到的错误转速信号不相符，故给出节气门位置传感器的故障码。



图 1-8 关联分析法

第二节 汽车波形基础



一、汽车波形的概念

在汽车工作时，各种传感器会产生各种各样的电压或电流信号，这些信号会有规律的变化，从而形成波形，如图 1-9 所示。

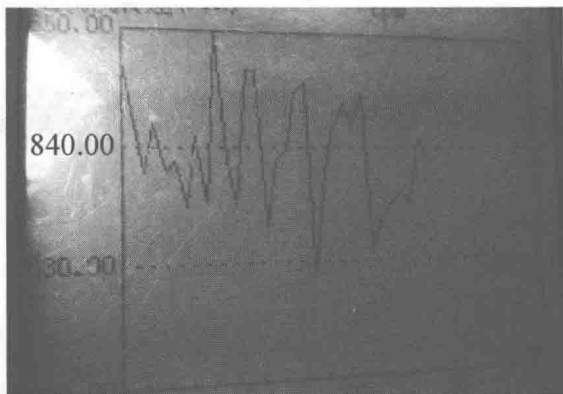


图 1-9 汽车波形

二、汽车波形的作用

当汽车部件发生正常或非正常变化时，可以利用设备对所怀疑部件进行波形测试，然后

通过波形的变动快速了解被检测部件的工作性能，从而快速找到故障零部件。

三、汽车波形的类型

汽车波形的类型主要分为传感器波形、执行器波形、汽车电器波形 3 种类型，具体情况如下。

1. 传感器波形

在汽车电子控制系统中，传感器向控制单元（ECU）发出各种各样的电压或电流信号。因此，只要能够检测出汽车电子控制系统在接收的电压或电流信号波形，通过观察波形便可以得知传感器的工作是否正常。

2. 执行器波形

在汽车电子控制系统中，执行器受到控制单元（ECU）发出的电子信号控制并向控制单元（ECU）反馈控制信号。因此，只要能够检测出汽车电子控制系统在对执行器控制过程中的电子信号波形，通过观察波形便可以得知执行器的工作是否正常。

3. 汽车电器波形

在汽车电器工作过程中会显示一些电子信号波形，通过观察波形便可以得知用电器的的工作是否正常。如电器电路接通时，波形的幅值应为 B+ 或蓄电池电压，电路断开或开关动作时，波形的幅值应为零。

四、汽车波形的分析方法

当汽车某些电子信号发生异常时，表明汽车存在着某些故障，此时可以通过汽车示波器检测这些电子信号（图 1-10 所示为燃油压力调节器波形），并分析其信号特征变化来进行汽车故障的判断。汽车电子信号波形的基本特征包括幅度、频率、脉冲宽度、形状和陈列，它们被称为 5 种判断依据，具体内容如下：

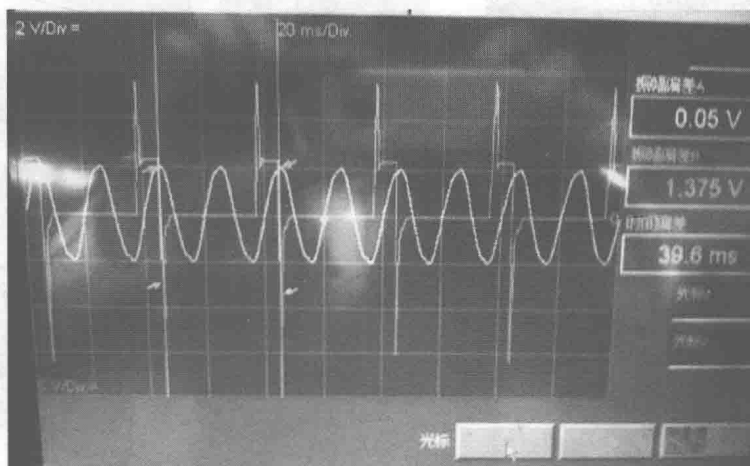


图 1-10 燃油压力调节器波形分析

1) 幅度。电子信号在一定点上的瞬间电压。

2) 频率。电子信号的循环时间，即电子信号在两个事件或循环之间的时间，一般指每秒的循环次数（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, 如它的曲线、轮廓、上升沿、下降沿等。
- 5) 陈列。组成专门信息信号的重复方式, 如同步脉冲或串行数据等。

第三节 汽车数据流与波形读取设备及使用



一、汽车故障诊断仪

1. 汽车故障诊断仪功能

以元征 X431 (图 1-11) 为例介绍汽车故障诊断仪的功能。它用计算机技术对汽车内部各电控系统进行自动化检测, 检测结果以文字、数据、波形等形式显示在显示屏上, 具有读取故障码、清除故障码、读取数据流及波形、动作测试等功能。

2. 启动诊断程序

以用元征 X431 进入海马诊断系统为例, 启动诊断程序的操作方法如下:

1) 在车辆上找到诊断座, 然后将测试接头与汽车诊断座相连接 (图 1-12)。注意: 如果所测汽车的诊断座电源电力不足或其电源引脚损坏, 可通过以下任一方式获取电源:



图 1-11 元征 X431 汽车故障诊断仪

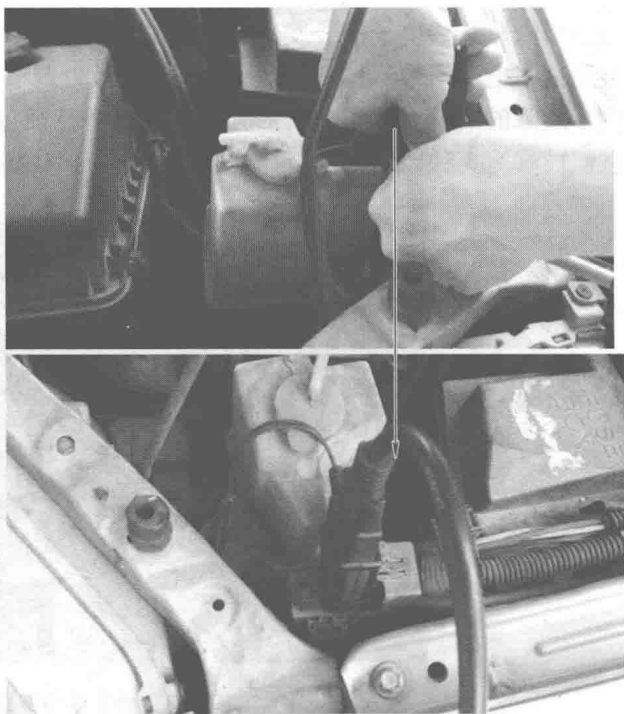


图 1-12 连接测试接头

① 将汽车点烟器取出，然后将点烟器线束的一端插入汽车点烟器孔，另一端与 X-431 测试主线的电源插头连接。当需关闭点火开关时应先关闭 X-431，以防止非法关机。

② 将双钳电源线的电源钳夹在蓄电池的正、负极，另外一端插入 X-431 测试主线的电源插头。

③ 将电源转接线的一端插入 100 ~ 240V 交流电源插座，另一端插入开关电源的插孔内，并将开关电源的电源插头与 X-431 测试主线的电源插头连接。

2) 连接完成后，按“POWER”键启动 X-431（图 1-13）。

3) 点击“开始”，并在其弹出菜单中选择“诊断程序”→“汽车解码程序”（图 1-14）。



图 1-13 启动 X-431

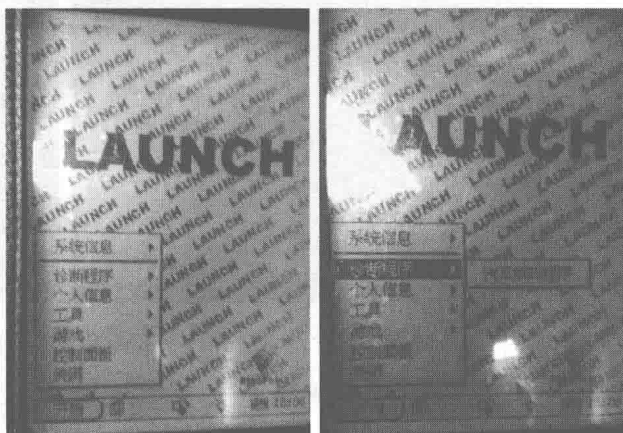


图 1-14 弹出“汽车解码程序”菜单

4) 点击“汽车解码程序”，然后进入 X-431 等待界面（图 1-15）。

5) 等待几十秒后，显示 X-431 开始界面（图 1-16）。



图 1-15 X-431 等待界面

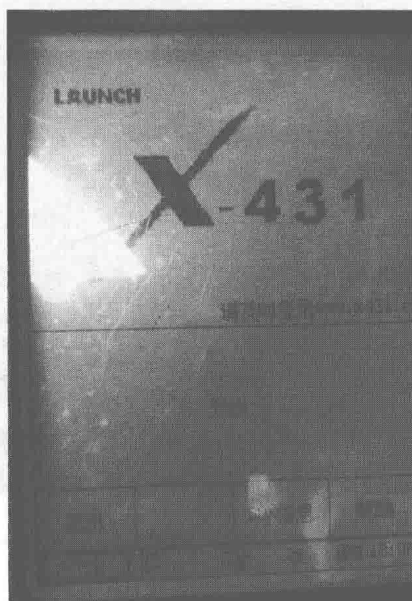


图 1-16 X-431 开始界面

6) 点击 X-431 开始界面的“开始”，然后进入 X-431 车系选择界面（图 1-17）。

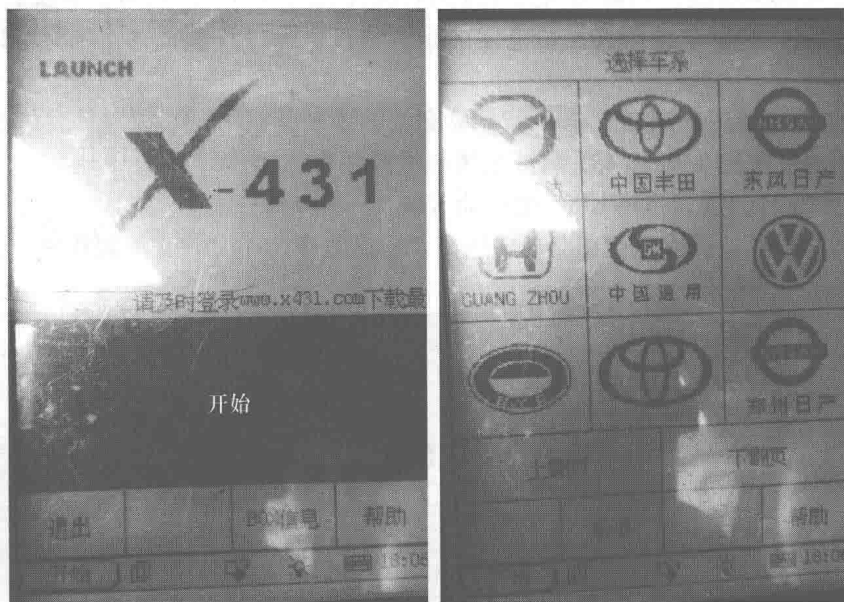


图 1-17 进入 X-431 车系选择界面

7) 如点击海马图标，显示屏显示海马车系诊断程序版本选择菜单（图 1-18）。

8) 点击“海马诊断仪 V12.06”（图 1-19）。在 X-431 不断升级过程中，在 CF 卡里可能存储多个版本的诊断软件，以选择最新版本为先。

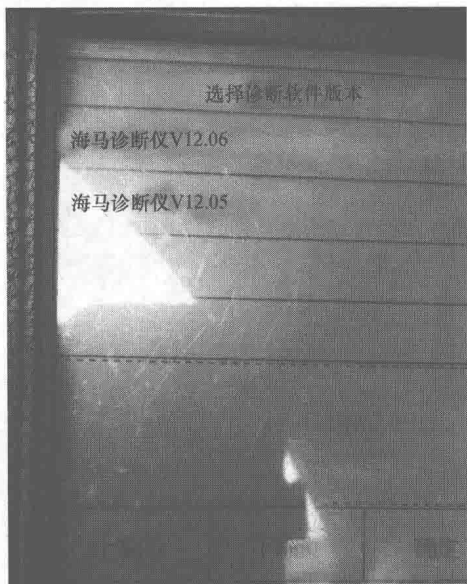


图 1-18 诊断程序版本菜单

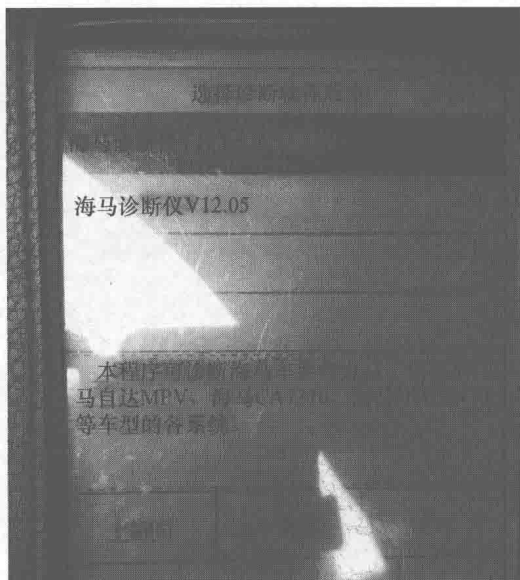


图 1-19 “海马诊断仪 V12.06”

9) 点击“确定”按钮，X-431 将对 SMARTBOX 进行复位和检测，并从 CF 卡下载诊断程序（图 1-20）。

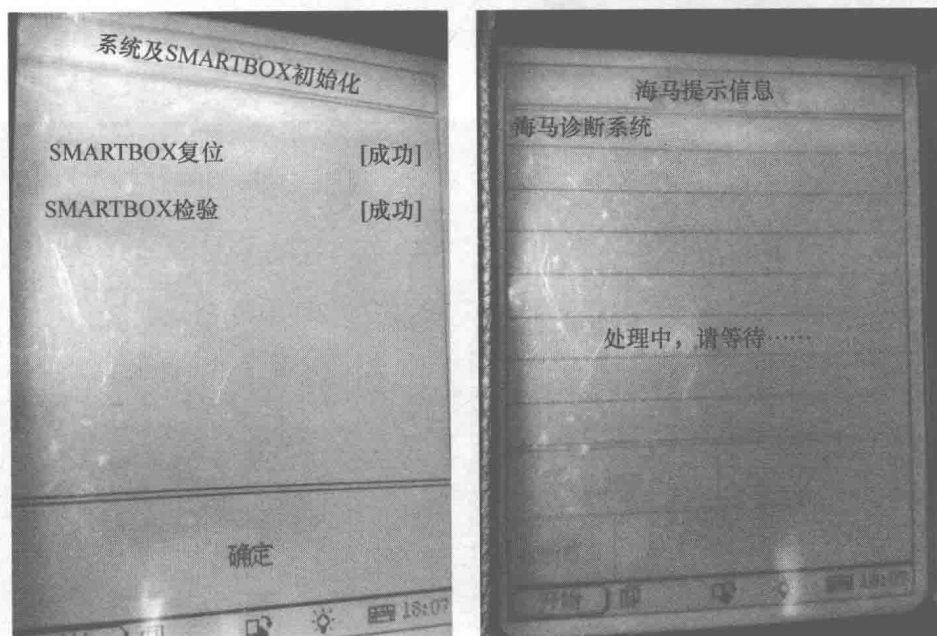


图 1-20 下载诊断程序

10) 下载诊断程序完毕, 然后点击“海马诊断系统”, 进入汽车各系统的选择控制模块(图 1-21), 最后进入功能菜单进行测试。

3. 读取故障码

1) 首先启动诊断程序, 如进入“马自达动力控制系统”, 然后在功能菜单中点击“读取故障码”(图 1-22), X-431 开始读取故障码及故障内容(图 1-23)。

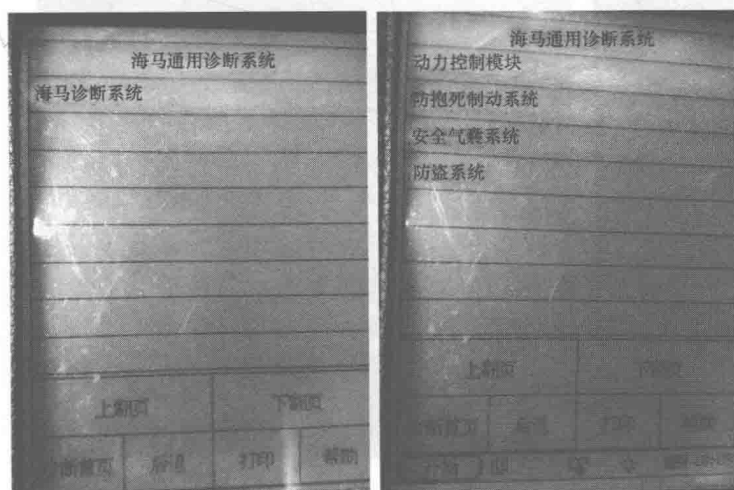


图 1-21 选择控制模块

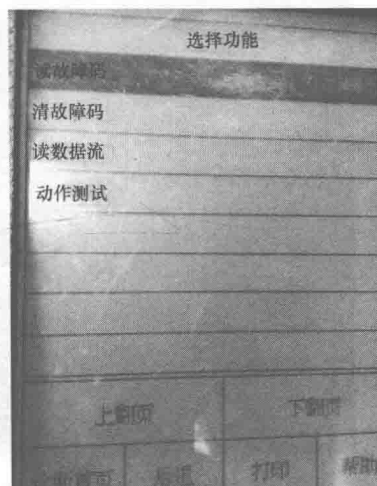


图 1-22 功能菜单

2) 测试完毕后, 在显示屏显示测试结果(图 1-24)。

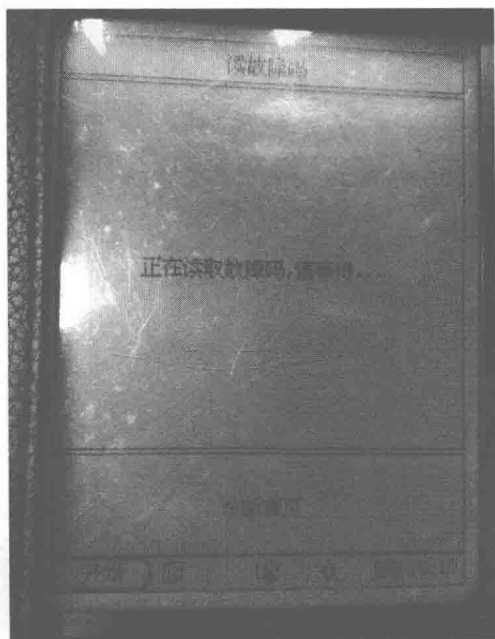


图 1-23 读取故障码

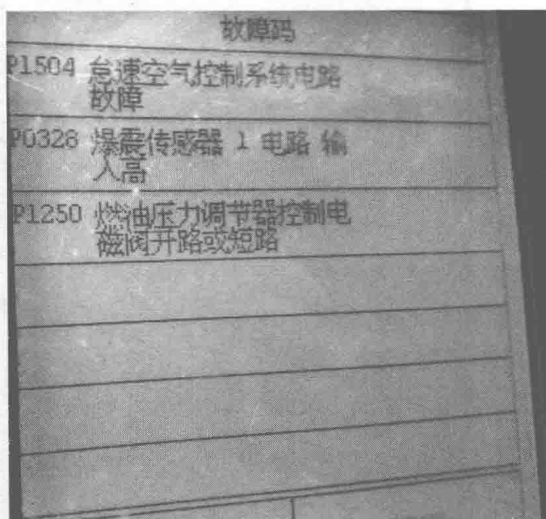


图 1-24 显示测试结果

4. 清除故障码

1) 首先启动诊断程序, 在功能菜单中点击“清除故障码”, X-431 开始清除故障码及故障内容 (图 1-25)。

2) 重新用 X-431 读取故障码 (图 1-26), 当系统没有故障码显示时则故障码清理完毕。

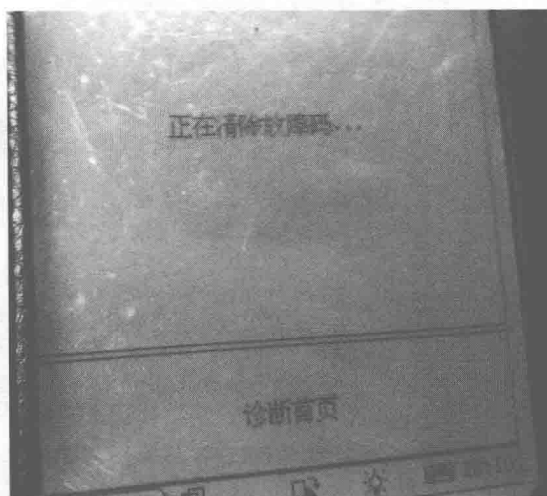


图 1-25 正在清除故障码

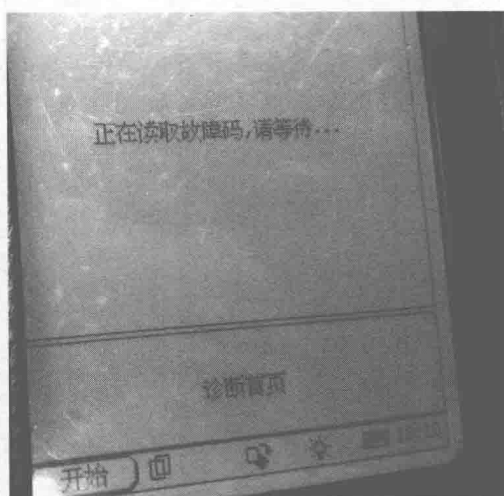


图 1-26 重新读取故障码

5. 读取数据流及波形

1) 首先启动诊断程序, 在功能菜单中点击“读数据流”选项, 读取发动机的运行数据流 (图 1-27)。