



总监这样修车丛书

总监这样分析 汽车数据流

- 总监教你学修车
- 结构原理全知道
- 技能技巧易掌握
- 成为总监不是梦

郭俊辉◎编著

资深汽车技术专家

王凯明
鼎力推荐



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



总监这样修车丛书

总监这样分析 汽车数据流

郭俊辉◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

内容简介

通过分析汽车数据流,能快速读取ECU故障信息,还能获得ECU的分析判断过程信息,因此熟练掌握数据流分析,在维修工作中能起到事半功倍的效果。

本书内容包括常见故障的诊断及排除方法的分析对比、常用诊断仪的发展和使用方法、汽油发动机技术的发展、奥迪/大众系列发动机的介绍、博世汽油喷射系统和点火系统的技术原理和发展,以及多组汽车数据流的说明、相关原理分析、对应的常见故障码和故障案例等。其中以对奥迪/大众车型的数据流进行分析为主,并结合故障案例详细说明,帮助广大维修人员快速掌握数据流分析故障诊断方法。

图书在版编目(CIP)数据

总监这样分析汽车数据流 / 郭俊辉编著. — 北京: 机械工业出版社, 2018.12

(总监这样修车丛书)

ISBN 978-7-111-61561-3

I. ①总… II. ①郭… 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 289023 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 霆

责任编辑: 徐 霆 刘 焯

责任校对: 刘 岚

张晓蓉

责任印制: 张 博

北京铭成印刷有限公司印刷

2019 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 25.5 印张 · 692 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-61561-3

定价: 69.00 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

封面无防伪标均为盗版

教育服务网: www.cmpedu.com

序

应作者的要求为此书作序，这倒使我倍感压力，实在是水平有限，但盛情难却，也只好勉强为之了。

本书的主要内容是讲述奥迪/大众汽车发动机管理系统的控制数据，共分十章。各章按照数据功能组的分类，对各数据块中每条数据的定义、物理含义及合理范围，结合结构、原理进行了详尽的说明和解释，并通过故障案例的分析，阐述了这些数据内容在故障分析和诊断中的实际应用。全书图文并茂、分析有据，可谓是一本难得的有一定深度且又理论联系实际的实战教程。相信会对广大的汽车专业的老师、学生和汽车维修一线的工作者提供有益的帮助。

回顾近几十年汽车发动机技术的发展，无论是性能的提高还是排放的控制都离不开电子控制技术的应用。从控制的基本概念讲，为达到一定的控制目标，控制单元需要采集某些信息，这就是输入，而根据预先编制的程序和标定参数给出的控制指令，则是输出，此外还有根据需要采集反馈信息加以调节的过程。这些输入、输出及反馈信息反映了控制的过程和状态。在故障诊断中，故障码的读取虽是最早和最为广泛使用的方法，但根据控制单元的监测原理和电路设计，故障码仅能给出一定的判断方向，它既不能帮助我们快速和准确地判断具体故障，又无法给出故障发生的过程和状态。要了解这些信息，必须借助读取控制单元中控制过程数据的方法，这就是读取、理解和运用数据流的作用。

现在市场上销售的诊断仪中都有数据的读取功能，这些数据表面上看仅是一些简单的名称和一些数字或符号，但每一条数据都反映了控制过程中的某一状态，都有其具体的实际内容。因此读取仅是第一步，而真正准确理解且能灵活运用才会有实际意义。如果能准确熟练地掌握各数据的含义，会极大提高维修诊断的准确性。而这正是本书的着墨点，也是本书的亮点，这在市场上已出版的维修类书籍中很少见到。

我与作者相识许久，早就听说他要写一本有关奥迪/大众车系数据分析的书，也在杂志上看过个别章节的内容，但不想此书一写五年，反映了作者的敬业、执著和做事的严谨、苛求。我想读者看此书不仅仅是理解其中的知识，可能更重要的是掌握作者理论联系实际、综合运用理论知识进行故障分析的方法。

借此机会祝贺郭俊辉老师此书的出版，并希望它能给读者带来惊喜和帮助。

王凯明

2019年1月

前言

随着人们对环保、舒适、动力、安全等要求不断提高，汽车新技术不断涌现，系统和功能不断增加，传统维修中常用的故障码诊断、示波器诊断已很难快速进行故障定位。通过数据流，能快速读取控制单元（以下简称“ECU”）接收到的传感器和其他ECU的输入信息、ECU的执行器控制信号和向其他元件发出的请求信息，还能读取ECU的分析判断过程信息。因此熟练掌握数据流分析，在维修中能起到事半功倍的效果。

作者于1993年从华南理工大学本科毕业后，多年在一线从事实际维修工作。之后加入博世公司任培训老师，并由博世公司多次派到德国总部接受专业培训。后到大众公司任现场技术经理一职，一直帮助各4S店技术经理进行故障诊断，解决过多项疑难杂症，对汽车故障诊断，特别是发动机数据流分析有较深厚的经验。

本书以奥迪/大众车型的数据流进行分析，并结合故障案例详细说明，希望抛砖引玉，给广大维修人员提供帮助。

在本书编写过程中，得到王凯明老师和周敬肇老师的指导，并得到郭健源、黎少贞、郭皓朗、邓伟等人员的支持，在此深表谢意。本书如有不当之处，请各位读者批评指正。

郭俊辉
2018年12月

序 前 言

第一章 数据流分析说明 1

第一节 常见故障诊断、排除方法对比	2
一 常见故障诊断、排除方法	2
二 本书的一些说明	2
第二节 奥迪 / 大众常用诊断仪的使用	4
一 奥迪 / 大众原厂诊断仪的发展	4
二 奥迪 / 大众原厂早期诊断仪 VAS	6
三 奥迪 / 大众现在使用的诊断仪 ODIS	14
四 VCDS/5053	15
五 故障案例	16

第二章 奥迪/大众发动机管理系统 17

第一节 汽油发动机技术的发展	18
第二节 奥迪 / 大众发动机系列	18
一 EA111/EA211	18
二 EA113/EA888	19
第三节 博世汽油喷射系统和点火系统的发展	20
一 Jetronic 电子燃油喷射系统	21
二 点火系统	25
三 Motronic 点火和喷油集成在一个控制单元	33
四 ME-Motronic (采用电子节气门的 Motronic)	33
五 MED-Motronic (带缸内直喷的 Motronic)	36
六 燃烧模式	47
七 工作模式	48
八 MED 高压油泵	57
九 高压喷油器	62
十 故障案例	67
第四节 西门子 / 大陆汽油喷射系统和点火系统的发展	70

第三章 000~010 组 基本功能 74

第一节 000~003 组 基本功能 (一)	75
一 数据流说明	75
二 相关原理说明	77

三 常见故障码	99
四 故障案例	99
第二节 004 组 ECM 供电电压	109
一 数据流说明	109
二 相关原理说明	110
三 常见故障码	113
四 故障案例	113
第三节 005~007 组 基本功能 (二)	119
一 数据流说明	119
二 相关原理说明	121
三 故障案例	122
第四节 008 组 制动真空泵	126
一 数据流说明	126
二 相关原理说明	127
三 故障案例	130
第五节 009 组 保养间隔	130
一 数据流说明	130
二 故障案例	132
第四章 010~029组 点火和爆燃	137
第一节 010~019 组 点火控制组	138
一 数据流说明	138
二 失火检测的原理说明	140
三 失火相关故障码	143
四 故障案例	144
第二节 020~029 组 爆燃控制组	148
一 数据流说明	148
二 爆燃传感器相关故障码	151
三 故障案例	151
第五章 030~049、070~079、145~169组 空燃比和排放控制	159
第一节 030~043 组 空燃比控制组	160
一 数据流说明	160
二 相关原理说明	166
三 氧传感器相关故障码	183
第二节 046~049 组 催化器效率组	188
一 数据流说明	188
二 相关原理说明 -TWC	189
三 TWC 相关故障码	200
四 故障案例	200
第三节 070~073 组 排放控制组 - 燃油箱蒸气通风系统	204
一 数据流说明	204

二 相关原理说明	205
三 EVAP 相关故障码	210
四 故障案例	210
第四节 074~076 组 排放控制组 - 废气再循环 (外部 EGR)	213
一 数据流说明	213
二 相关原理说明 - EGR	213
第五节 077~078 组 排放控制组 - 二次空气	215
一 数据流说明	215
二 相关原理说明 - 二次空气喷射	216
第六节 079 组 排放控制组 - 排气翻板	218
一 数据流说明	218
二 相关原理说明 - 排气翻板	218
第七节 145~159 组 增强型排放控制组	219
第八节 160~169 组 ULEV-SULEV 排放控制组	223

第六章 050~069、137组 转速控制 225

第一节 050、057、137 组 空调压缩机控制组	226
一 数据流说明	226
二 相关原理说明	228
三 故障案例	231
第二节 050~059 组 怠速转速控制	236
一 数据流说明	236
二 相关原理说明	238
三 故障案例	241
第三节 060~069 组 电子节气门控制	244
一 数据流说明	244
二 相关原理说明	253
三 相关故障码	258
四 故障案例	263

第七章 090~098、110~119、142~144组 动力提升 268

第一节 090~098 组 可变正时机构 (VVT) 组	269
一 数据流说明	269
二 相关原理说明 - 可变气门正时和可变气门升程	276
三 常见故障码	286
四 故障案例	290
第二节 095 组 可变进气管长度组	304
一 数据流说明	304
二 相关原理说明 - 可变进气管长度	306
三 故障案例	311
第三节 110~119 组 涡轮增压组	312
一 数据流说明	312

二	相关原理说明 - 涡轮增压器	317
三	涡轮增压器相关故障码	323
四	故障案例	324
第四节	142~144 组 进气翻板控制	327
一	数据流说明	327
二	相关原理说明 - 进气翻板	328
三	进气翻板相关故障码	333
四	故障案例	335
第八章	101~109、140~141、145~159组 燃油喷射	340
第一节	101~109 组 燃油喷射组	341
第二节	106/140/141 组 高压油泵组	342
一	数据流说明	342
二	高压油泵相关故障码	346
三	故障案例	347
第九章	106、130~139组 冷却系	356
第一节	130~132 组 电子节温器控制组	357
一	数据流说明	357
二	相关原理说明 - 电子节温器	360
第二节	106、133~139 组 电子风扇控制组	361
一	数据流说明	361
二	相关原理说明	366
三	冷却液温度相关的故障码	371
四	故障案例	377
第十章	080~089、099~100、120~129、170~200组 其他	383
第一节	080~084 组 车辆识别组	384
第二节	085~089 组 状态代码组	384
一	数据流说明	384
二	故障案例	386
第三节	099~100 组 旧系统兼容组	387
一	数据流说明	387
二	相关原理说明 - 准备就绪代码	388
第四节	120~129 组 控制单元通信组	390
一	数据流说明	390
二	相关原理说明	392
三	故障案例	396
第五节	170~171 组 起动机控制组	399
第六节	200 组 多楔带自动张紧器检查组	400

第一章

数据流分析说明

第一节 常见故障诊断、排除方法对比

一 常见故障诊断、排除方法

常用的故障诊断方式有通过诊断仪读取控制单元(以下简称“ECU”)的数据流、故障码,利用示波器读取波形,利用万用表、缸压表、真空表等进行测量,采用换件对比方法等。表 1-1 就这几种诊断方法进行了对比。

表 1-1 故障诊断方法对比

	数据流	故障码	波形分析	万用表、缸压表等工具	换件对比
采用仪器 / 工具	诊断仪	诊断仪	示波器	测量工具	—
可读取信息	ECU 接收到的传感器信号、执行器信号、其他 ECU 的相关信息; ECU 判断分析过程	参数超过限值,就会记忆故障码,并记录故障发生时的部分重要状态数据	传感器输出信号、执行器的控制信号	检测对象的数据	新旧件外观对比、换件后故障是否解决
使用便利性	只需连接诊断仪,方便	只需连接诊断仪,方便	可能需要对多个元件进行连线检测,较复杂	可能需要对多个元件进行检测,数量较多	如果有相同的配件进行对换,很方便
分析方便性	需要一定的基础	多数情况下较容易	需要专业的知识	较方便	很方便
诊断准确性	能看到实际信息,并能分析维修后结果,准确性高	故障严重时较容易定位;但对偶发、故障不明显的问题,可能不产生故障码	能读取每个传感器输入信号、执行器控制信号,但必须对所有信号综合分析	受限于工具的精度,准确性一般	多数情况下较准确
成本	只需诊断仪,成本较低	只需诊断仪,成本较低	需用精度、采样频率较高的示波器 / 发动机综合分析仪,成本较高	一般都需要配备,成本较低	4S 店可能有同款的车型进行对换,独立维修店成本很高

从以上对比来看,熟练掌握数据流分析,能快速诊断故障、降低维修成本、提高一次修复率和客户满意度。

二 本书的一些说明

1. 缩略语

ATDC: 第 1 缸压缩上止点前

B1: 气缸列 1 (参看下节说明)

B1S1: 气缸列 1 传感器 1 (参看下节说明)

BTDC: 第 1 缸压缩上止点后

CW 或 KW: 曲轴转角,以度(°)为单位

L 形 / 直列: L 形 / 直列发动机

LSF: 普通氧传感器

LSU: 宽域氧传感器

MAP/DS-S: 进气歧管压力传感器

MPI: 进气歧管多点喷射

ECU：控制单元

ECM/PCM：发动机控制单元

EGR：废气再循环

EPC：电子节气门

EVAP：燃油箱蒸气通风系统

HFM：热膜式空气流量计

PCV：曲轴箱通风

TSI：带涡轮增压的缸内直喷

TWC：三元催化器

V形/双列：V形发动机

VVT：可变正时机构

λ ：空燃比调节

2. 氧传感器位置的定义

根据 ISO 15031，对氧传感器的位置定义如下。

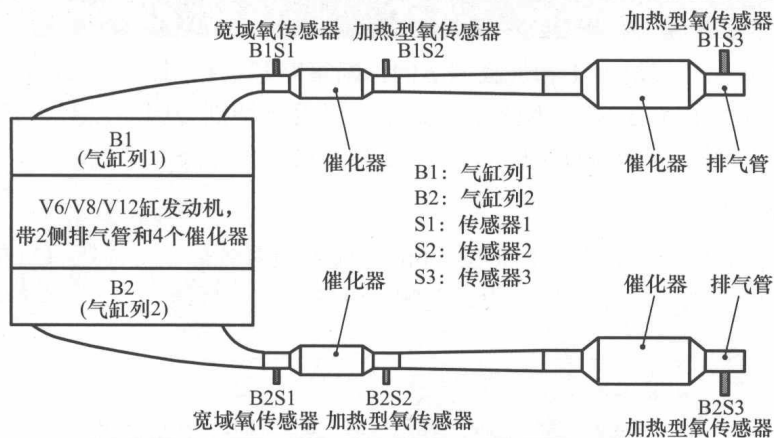
气缸列（英文 cylinder Bank）：表示特定的气缸组共享相同控制的传感器。气缸列 1（英文 Bank 1 或 B1）一般包含第 1 缸；气缸列 2 在气缸列 1 的对面侧。第 1 缸的定义是离飞轮最远的气缸。

氧传感器的位置定义与进气相关。

传感器位置（英文 sensor location）：传感器位置与发动机进排气流相关。以发动机废气流向排序，定义为序号 1、2、3，如此类推。

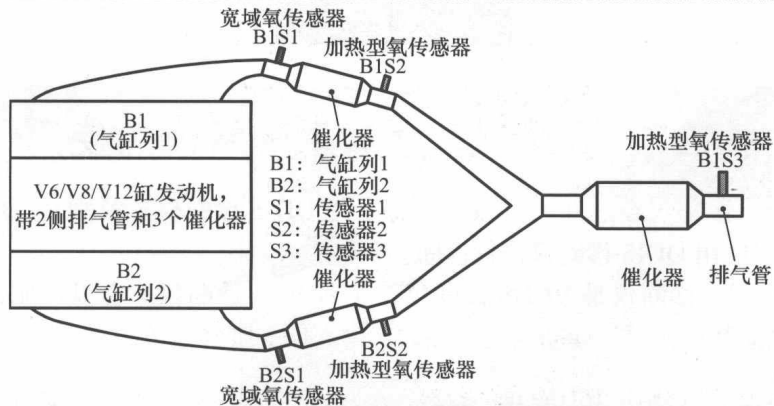
因此，气缸列 1 传感器 1（英文 B1S1）表示氧传感器位于第 1 缸侧，废气排出燃烧室后遇到的第 1 个氧传感器。图 1-1~图 1-4 列出常见传感器的位置及编号。

图 1-1



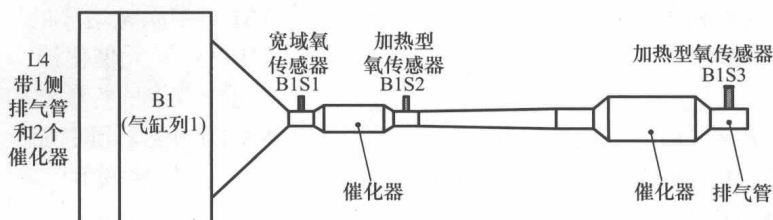
带 2 侧排气管和 4 个催化器的 V6/V8/V12 缸发动机氧传感器位置定义（示例）

图 1-2



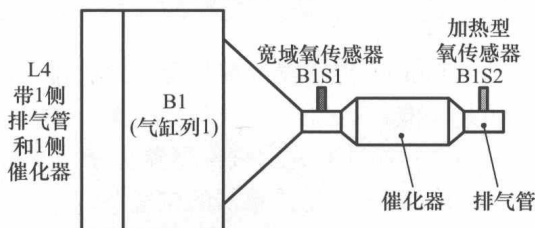
带 2 侧排气管和 3 个催化器的 V6/V8/V12 缸发动机氧传感器位置定义（示例）

图 1-3



带 1 侧排气管和 2 个催化器的 L4 缸发动机氧传感器位置定义 (示例)

图 1-4



带 1 侧排气管和 1 个催化器的 L4 缸发动机氧传感器位置定义 (示例)

本文特别说明：由于气缸列 1 和气缸列 2 的诊断策略基本相同，绝大部分国内在用车辆氧传感器的安装形式为 B1S1 和 B1S2，因此在本文中如果没有特别说明，以 L 形发动机为例，按图 1-4 的布置形式，将 B1S1 称为前氧传感器、B1S2 称为后氧传感器。

3. 数据流中状态位的定义

按计算机 / 数据流标准的定义，状态位 (bit0) 应是最右侧第 0 位，然后向左计数。但本书根据习惯用法，将第一位定为最左侧，见图 1-5。

图 1-5

数据流标准	7	6	5	4	3	2	1	0
二进制	bit7	bit6	bit5	bit4	bit3	bit2	bit1	bit0
状态位	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
本书定义	1	2	3	4	5	6	7	8

状态位位置的定义

第二节 奥迪/大众常用诊断仪的使用

奥迪 / 大众原厂诊断仪经过几次升级，现都采用 ODIS 诊断仪，特别是 2012 年 8 月上市的 MQB 平台车辆，仅能用 ODIS 诊断仪进行诊断。

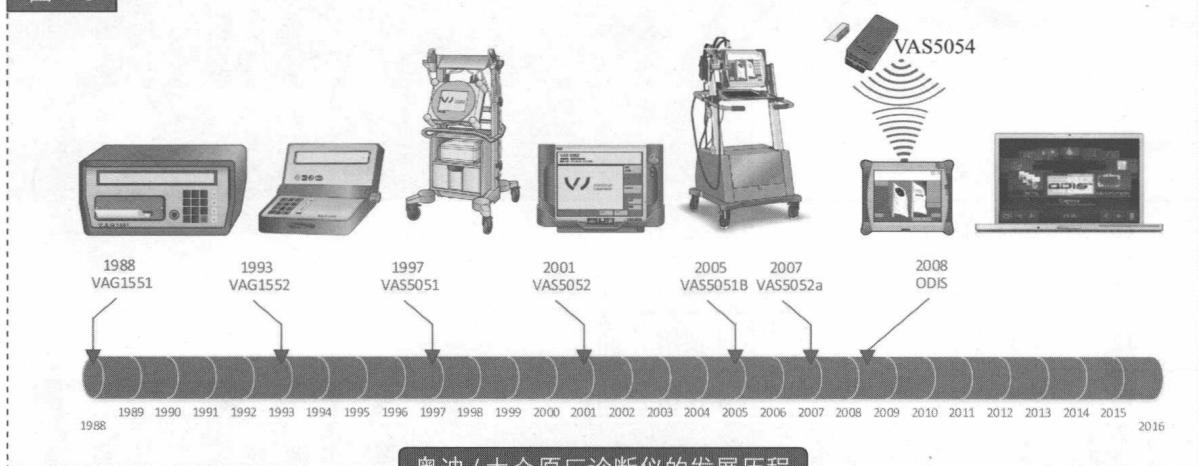
另一个售后常用的诊断仪是 VCDS 诊断仪，又名 5053 诊断仪。它以功能强大、简单易用、性价比高、有些功能甚至比原厂诊断仪还要强大，因而广受维修人员的喜爱。

一 奥迪/大众原厂诊断仪的发展

VAG 诊断仪已淘汰，现在一般维修站以使用 VAS 诊断仪为主，特约站已全部使用 ODIS 诊

断仪。其发展历程见图 1-6。现简介 VAS 诊断仪和 ODIS 诊断仪的使用方法。

图 1-6



奥迪/大众原厂诊断仪的发展历程

奥迪/大众诊断接口符合 SAE-J1962、ISO 15031-3 和 GB 18352 的要求，它一般位于驾驶人侧仪表板下方，其位置和针脚定义见图 1-7 和表 1-2。

图 1-7



奥迪/大众 16 针诊断座的针脚定义

大众常用的诊断协议包括 KW1281、使用 K 线和 CAN 总线的 KWP2000、全新的 UDS。

表 1-2 奥迪/大众诊断座针脚定义

针脚编号	OB D 定义	奥迪/大众定义	说明
1	(未定义)	KL15	连接点火开关电源
2	SAE J1850-P	(未使用)	
3	(未定义)	(未使用)	
4	车身接地	KL31 车身接地	
5	信号接地	KL31 车身接地	
6	高速 CAN_H	高速 CAN_H	速度 500kbit/s

(续)

针脚编号	OBD 定义	奥迪大众定义	说明
7	DIN ISO 9141-2_K	K 线	使用 KW1281、KWP2000 协议
8	(未定义)	低速 CAN_H	速度 125kbit/s。预留，未用
9	(未定义)	低速 CAN_L	速度 125kbit/s。预留，未用
10	SAE J1850-N	(未使用)	
11	(未定义)	(未使用)	
12	(未定义)	(未使用)	
13	(未定义)	(未使用)	
14	高速 CAN_L	高速 CAN_L	速度 500kbit/s
15	DIN ISO 9141-2_L	L 线	使用 KW1281、KWP2000 协议
16	蓄电池电源	KL30	连接蓄电池电源

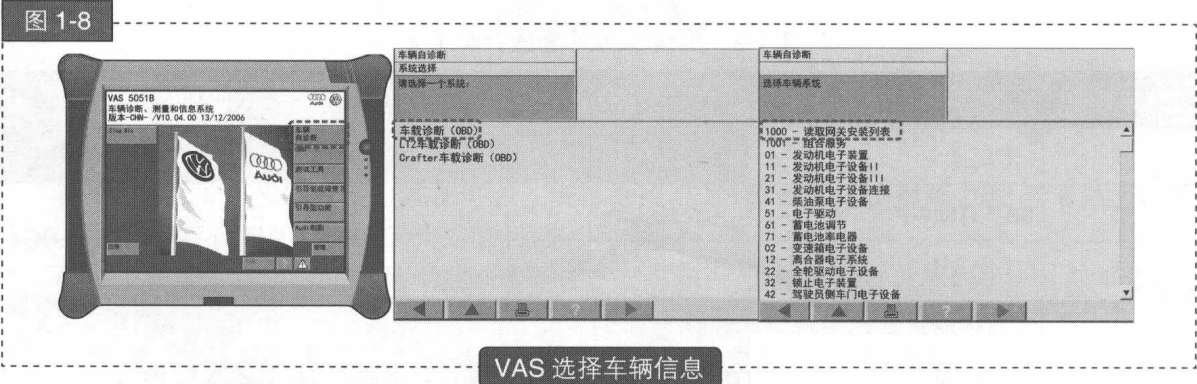
KW1281 是奥迪 / 大众最初使用的诊断协议，一般用于 1990~2000 年间有诊断功能的系统，例如时代超人、桑塔纳 2000、捷达王、都市先锋、高尔夫、小红旗、奥迪 C5、帕萨特 C5 等，基本上已淘汰了。

KWP2000 是较新的诊断协议，用于 2002 年后生产的所有车型，但在 2007 年开始淘汰。
UDS 全称叫“全球统一车载电脑（ECU）自诊断服务”。UDS 协议，也就是 ISO 14229 协议，既可以用于 CAN 总线，也可以用于 K 线。

二 奥迪/大众原厂早期诊断仪VAS

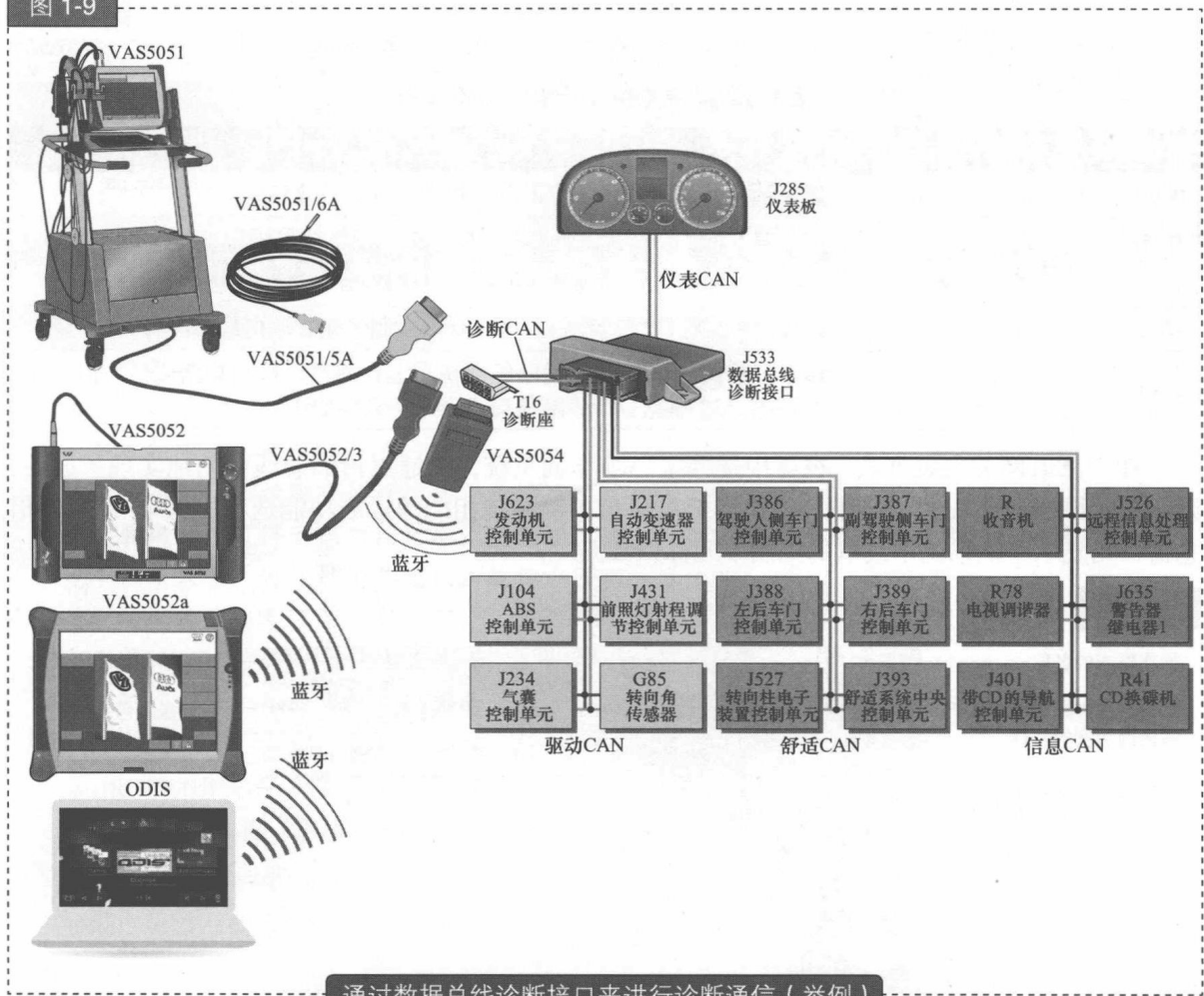
VAS 最高版本为 V19，以后奥迪 / 大众就不提供升级了。所以本书仅对它的常用功能和维修站容易忽略的问题进行说明，其余的内容请参考相关说明书。

- 1. 进入诊断功能
- 开机后，选“车辆自诊断”→“车载诊断”→“读取网关安装列表”，见图 1-8。



现在的车，基本上是通过网关与诊断仪相连接，见图 1-9。

图 1-9



通过数据总线诊断接口来进行诊断通信（举例）

选择”车载诊断（OBD）”后，再选择“1000- 读取网关安装列表”，进入以下屏幕（图 1-10）。

图 1-10

车辆自诊断		WAURGB4H5CNxxxxxx
1000 - 读取网关安装列表		
04 - 转向角	无法达到	1100
44 - 转向助力	无法达到	1100
15 - 安全气囊	无法达到	1100
25 - 防起动锁	正常	0000
16 - 转向盘电子控制装置	正常	0000
46 - 舒适系统中央模块	故障	0010
56 - 收音机	正常	0000
76 - 停车辅助装置	正常	0000
17 - 仪表板	正常	0000
47 - 音响系统	正常	0000
77 - 电话	正常	0000
08 - 空调/加热器电子设备	正常	0000
09 - 电子中央电气装置	故障	0010
19 - 数据总线车载诊断接口	正常	0000

“读取网关安装列表”视屏

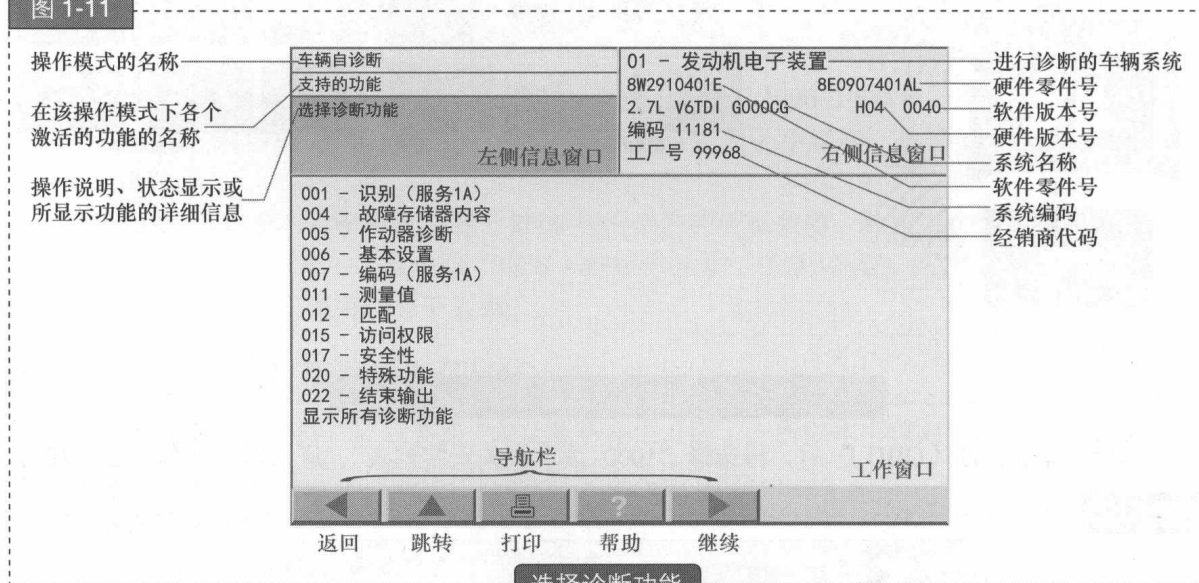
该功能将从 J533 数据总线车载诊断接口读取所有控制单元的列表及其状态。
 视屏第三列为控制单元的状态，其含义见表 1-3。其中，x 表示显示 0 或 1。

表 1-3 网关控制单元中的故障状态

状态值	故障状态	含义
0000	正常	该控制单元与诊断仪通信正常，并且没有记忆故障码
1000	正常	由于偶发的通信故障，网关控制单元中已记忆故障码
11xx	无法达到	该控制单元已经登录到网关上了（已编码），诊断仪无法与它进行通信
x010	故障	此控制单元已记忆故障码。可选择该控制单元并读出故障内容
x0x1	未响应	诊断仪检测到该控制单元已经装在车上，并可以进行数据通信，但该控制单元在 J533 数据总线诊断接口未登录（未编码）

在“读取网关安装列表”视屏中选择一个车辆系统，并通过诊断总线成功地实现了通信，则会显示图 1-11。在此视屏中，工作窗口显示与车辆系统相配的诊断功能选项（工单），右侧信息窗口则显示车辆系统中读取的控制单元标识数据。

图 1-11



在维修时，要注意“软件版本号”，因为奥迪/大众经常通过售后软件升级，解决标定时未发现的一些小问题（或称为“瑕疵”），这些小问题通常是除升级或更换新版本的控制单元外都无法解决的。

工厂号/经销商代码（英文为 WSC）：奥迪/大众公司为全球的经销商/维修站分配唯一的识别代码。VAS 只有输入经销商代码后才能使用。当对车辆的控制单元进行重新编码或匹配时，经销商代码就会发送并写入对应的控制单元中，控制单元就会记录并显示，将来可以用于追溯。例如，用 VAS 关闭副驾驶侧的气囊，可从“工厂号”判断上次操作的经销商。

2. 001-识别（服务1A）和002 - 识别（服务 22）

采用 KW1281 和 KWP2000 诊断协议的控制单元，在地址码 001；如果车辆系统支持全新的 UDS，在地址码 002，见图 1-12。