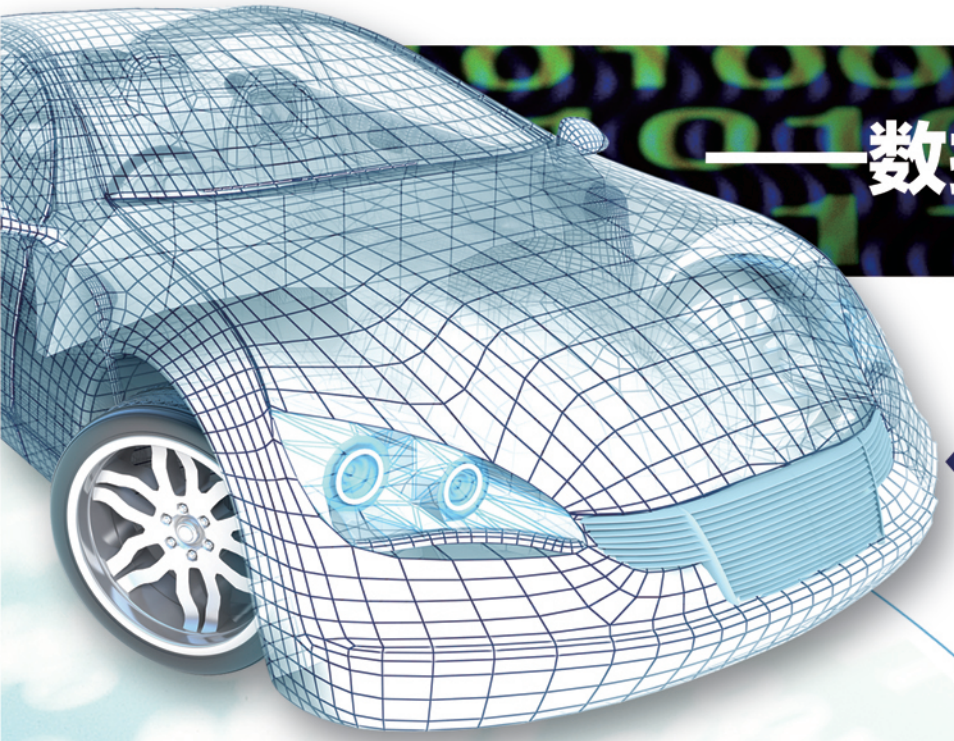
洋扬 / 编著

汽车故障诊断技术

——数据流分析图解



- OBD系统及功用
- 发动机故障和诊断工具
- 传感器信号的检查
- 发动机控制系统检查
- 故障诊断的方法
- 典型案例分析

广东省出版集团
广东科技出版社
全国优秀出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com

汽车故障诊断技术

——数据流分析图解

洋　扬　编著

广东科技出版社
·广　州·

图书在版编目（CIP）数据

汽车故障诊断技术：数据流分析图解/洋扬编著．—广州：广东科技出版社，2011.8
ISBN 978-7-5359-5486-2

Ⅰ.①汽… Ⅱ.①洋… Ⅲ.①汽车—发动机—故障诊断—图解 Ⅳ.①U472.43-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 050927 号

责任编辑：陈毅华
封面设计：柳国雄
责任校对：吴丽霞
责任印制：罗华之
出版发行：广东科技出版社
（广州市环市东路水荫路 11 号 邮政编码：510075）
E-mail：gdkjzbb@21cn.com
http://www.gdstp.com.cn
经 销：广东新华发行集团股份有限公司
印 刷：广州市至元印刷有限公司
（广州市番禺区南村金科生态园 4 号楼 邮政编码：511442）
规 格：787mm×1 092mm 1/16 印张 15 字数 300 千
版 次：2011 年 8 月第 1 版
2011 年 8 月第 1 次印刷
印 数：1～5 000 册
定 价：29.00 元

如发现因印装质量问题影响阅读，请与承印厂联系调换。

前　言

车辆设计和制造技术的飞速发展，使车辆的性能越来越高，使用在车辆上的电子技术和网络技术也越来越多，这也导致故障诊断的难度加大，使高难度故障的诊断方法成为一个新的课题。近年来各大汽车生产厂家投放市场的车型不仅具备 OBD 的功能，还开发出车辆的专业检测电脑，它能够测试发动机、底盘和车身系统的电子控制模块（ECU/ECM）、传感器、执行器的工作状况，通过对车辆 ECU 数据的更新，故障代码和故障 ECU 数据流的提取，以及车辆的主动测试等功能，实现车辆故障的快速高效诊断。

本书以发动机诊断作为切入点，介绍了发动机电子控制原理和 OBD 的检测条件；介绍发动机电脑数据的应用原理和专业检测电脑如何实现对发动机燃油系统、点火系统、排放控制系统、怠速控制系统等进行故障分析。此外，还通过典型案例的介绍，阐述了 OBD 自诊断和专业电脑诊断相结合诊断和排除故障的思路。

本书适用于汽车设计行业的工作人员阅读，大量的传感器和 ECU 数据对于车辆的设计有很好的参考意义。本书也适用于汽车售后服务人员阅读，通过 OBD 诊断和专业检测电脑能够把 ECU 的理论数据和实际的维修工作结合起来，达到快速、准确、高效诊断故障，同时本书也适用于大专院校的学生阅读。书中对发动机电子控制原理的透彻介绍，以及案例分析可以作为培训教材，对于学生掌握基础知识和高性能诊断工具的应用有非常好的帮助作用。

本书在编写的过程中，得到了阮少宁前辈的指导和梁金光同窗的帮助，在此我表示衷心的感谢。由于编者水平有限，书中可能会有欠缺或不足，恳请专家和广大读者批评指正。

目　　录

第1章　绪　　论

第1节　政策法规 ……（1）
一、中华人民共和国乘用车和轻型车排放标准 ……（1）
二、排放标准实施与燃油品质的关系 ……（1）
三、OBD应用情况 ……（2）
第2节　OBD系统 ……（3）
一、概述 ……（3）
二、OBD的技术规格 ……（3）
三、OBD的基本功能 ……（5）
四、OBD的检测原理 ……（5）

第2章　发动机故障诊断和诊断工具

第1节　发动机控制和诊断工具 ……（12）
一、发动机控制和ECU数据 ……（12）
二、ECU数据和执行器的有效性 ……（13）
第2节　发动机自诊断功能 ……（14）
一、概述 ……（14）
二、故障警告灯 ……（15）
第3节　各种诊断工具简介 ……（17）
一、诊断工具的类型 ……（17）
二、诊断工具的基本功能 ……（20）
第4节　诊断工具功能详解 ……（21）
一、DTC、FFD的检查 ……（22）
二、ECU数据列表 ……（23）
三、当前测试功能 ……（24）
四、工具 ……（26）
第5节　诊断工具对发动机故障的排除 ……（27）
一、利用FFD进行诊断 ……（27）
二、利用ECU数据进行诊断 ……（31）

第3章　应用诊断工具检查传感器信号

第1节　水温传感器和进气温度传感器 ……（37）
一、信号电路 ……（37）
二、电压特性 ……（37）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (38)
四、发生异常时的诊断方法 …… (39)
五、电脑数据的应用 …… (39)
第 2 节　空气流量计 …… (41)
一、信号电路 …… (41)
二、电压特性 …… (41)
三、ECU 数据参考值 …… (41)
四、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (42)
五、发生异常时的诊断方法 …… (43)
六、电脑数据的应用 …… (43)
第 3 节　歧管压力传感器 …… (44)
一、信号电路 …… (44)
二、电压特性 …… (45)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (45)
四、发生异常时的诊断方法 …… (46)
第 4 节　节气门位置传感器（机械式） …… (47)
一、信号电路 …… (47)
二、电压特性 …… (47)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (47)
四、发生异常时的诊断方法 …… (48)
第 5 节　节气门位置传感器（电子式） …… (49)
一、信号电路 …… (49)
二、电压特性 …… (50)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (50)
四、电脑数据的应用 …… (51)
第 6 节　加速踏板位置传感器（电子式） …… (54)
一、信号电路 …… (54)
二、电压特性 …… (55)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据（IG ON 时） …… (55)
四、电脑数据的应用 …… (56)
第 7 节　氧传感器 …… (58)
一、信号电路 …… (58)
二、电压特性 …… (58)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (59)
四、发生异常时的诊断方法 …… (59)
五、电脑数据的应用 …… (60)
第 8 节　A/F 传感器 …… (63)
一、信号电路 …… (63)
二、电压特性 …… (63)
三、断路和短路异常时 ECU 的数据 …… (64)

四、发生异常时的诊断方法 ……（65）
五、电脑数据的应用 ……（65）
第 9 节　曲轴位置传感器（NE 信号发生器） ……（68）
一、信号电路 ……（68）
二、电压特性 ……（69）
三、断路异常时 ECU 的数据 ……（69）
第 10 节　凸轮轴位置传感器（MRE 信号发生器） ……（71）
一、信号电路 ……（71）
二、电压特性 ……（71）

第 4 章　应用诊断工具对发动机控制系统检查

第 1 节　发动机控制系统 ……（72）
一、发动机控制系统图解 ……（72）
二、发动机控制构成 ……（72）
三、各机构的构成 ……（75）
四、主要执行器、传感器 ……（79）
第 2 节　燃油喷射（EFI）控制 ……（80）
一、系统说明 ……（80）
二、系统构成的零件 ……（83）
三、空燃比控制（空燃比反馈补偿） ……（108）
四、O_2 传感器（S2）反馈控制 ……（112）
五、A/F 传感器和 O_2 传感器的加热器控制 ……（114）
六、空燃比传感器和三元催化剂的正常判定控制 ……（115）
七、诊断仪 IT－Ⅱ相关联的项目 ……（119）
八、诊断仪 IT－Ⅱ的具体运用 ……（120）
九、练习试做（空燃比控制） ……（128）
第 3 节　点火时间控制（ESA 控制） ……（129）
一、系统说明 ……（129）
二、系统构成的零件 ……（131）
三、点火时间控制方式 ……（132）
四、诊断仪 IT－Ⅱ相关联的项目 ……（143）
五、诊断仪 IT－Ⅱ的具体运用 ……（144）
六、诊断仪 IT－Ⅱ应用实例 ……（145）
第 4 节　爆震控制 ……（146）
一、系统说明 ……（146）
二、系统零件的构成 ……（147）
三、控制方法 ……（148）
四、诊断仪 IT－Ⅱ相关联的项目 ……（152）
五、诊断仪 IT－Ⅱ的具体运用 ……（152）
六、练习试做（点火时间控制） ……（154）

第 5 节　燃油蒸发排放控制 ……（155）
一、系统说明 ……（155）
二、系统构成的零件 ……（156）
三、燃油蒸发控制方法 ……（158）
四、诊断仪 IT－Ⅱ相关联的项目 ……（161）
五、诊断仪 IT－Ⅱ的具体运用 ……（162）
六、练习试做（活性炭罐燃油蒸发控制） ……（163）
第 6 节　电子节气门系统 ……（164）
一、系统说明 ……（164）
二、系统构成的零件 ……（165）
三、电子节气门控制方式 ……（167）
四、诊断仪 IT－Ⅱ相关联的项目 ……（172）
五、诊断仪 IT－Ⅱ的具体运用 ……（175）
六、练习试做（电子节气门控制） ……（178）

第 5 章　故障诊断的方法

第 1 节　发生故障的诊断 ……（180）
一、诊断推进方法 ……（180）
二、发动机转速低的原因分析 ……（182）
三、故障原因推测 ……（182）
第 2 节　进气系统 ……（187）
一、空气流量计特性检查 ……（188）
二、大气压力数据检查 ……（188）
第 3 节　燃油系统的检查 ……（189）
一、对空燃比的影响 ……（190）
二、用喷油持续时间数据判断燃油系统故障 ……（190）
第 4 节　压缩系统检查 ……（193）
一、电脑数据检查 ……（194）
二、检查各缸的压缩压力 ……（197）
第 5 节　点火系统检查 ……（197）
一、跳火检查 ……（197）
二、电脑数据检查 ……（197）
第 6 节　排气系统检查 ……（198）
一、对空燃比的影响 ……（198）
二、排气状况检查 ……（199）
第 7 节　断缸的检查 ……（199）
第 8 节　润滑油消耗的检查 ……（200）
第 9 节　机械机构的检查 ……（201）
一、发动机转动阻力检查 ……（201）
二、发动机启动状况检查 ……（201）

第6章　典型案例分析

第1节　进气系统故障 ……（203）
一、丰田·凯美瑞发动机燃烧稀异常故障（P0171）……（203）
二、丰田·凯美瑞空燃比传感器二次故障 ……（205）
三、丰田·凯美瑞空燃比传感器故障 ……（207）
第2节　燃油供给系统故障 ……（208）
一、丰田·凯美瑞发动机自动熄火 ……（208）
二、油压调节器故障导致车辆高速行驶时加速无力 ……（210）
三、燃油胶质导致发动机抖动 ……（211）
第3节　点火系统故障 ……（212）
一、丰田·汉兰达第2缸缺火导致发动机熄火 ……（212）
二、丰田·凯美瑞ECU故障引起发动机自动熄火 ……（214）
第4节　排放控制系统故障 ……（215）
第5节　机械机构故障 ……（216）
第6节　其他 ……（217）

附　录

一、机动车排放污染防治技术政策 ……（223）
二、欧洲机动车排放法规（欧Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ） ……（226）
三、欧洲机动车燃油品质标准（欧Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ） ……（227）
四、OBD在中国的使用情况（截至2009年）……（228）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第1章　绪　　论

第1节　政策法规

一、中华人民共和国乘用车和轻型车排放标准

按照国家要求，2007年7月1日开始，所有汽车生产厂家生产的新车型必须符合国Ⅲ标准，否则将不允许上牌销售。在这之前，2006年1月1日，北京市提前实施国Ⅲ标准；同年9月1日，广州也成为实施国Ⅲ标准的城市之一。2008年7月1日起，全国已强制实施国Ⅲ标准。

国Ⅲ标准就是中国的第三阶段汽车排放标准。国Ⅲ的排放标准相当于欧Ⅲ的排放标准，也就是说，尾气污染物含量相当于欧Ⅲ的含量，不同的只是新车必须强制安装OBD[①]。机动车污染物排放要稳定达到国Ⅲ机动车排放标准，车辆必须装备有保障污染物排放能达到国Ⅲ标准的技术措施，同时使用达到欧Ⅲ标准的油品。

通过以上介绍可得知，以尾气污染物含量为标准的话，国Ⅲ相当于欧Ⅲ，而欧Ⅲ标准里没有装OBD，国Ⅲ标准里强制要求安装OBD，就是说只要想达到国Ⅲ标准就必须装OBD，即使该车尾气中污染物含量的数值达到了欧Ⅲ的标准，如果没有加装OBD也不符合国Ⅲ标准，也不能在北京等一线城市销售。一句话，国Ⅲ比欧Ⅲ多了一个OBD，能满足了欧Ⅲ的汽车不一定能满足国Ⅲ。

国家环保总局在2010年7月发布了国Ⅳ标准（欧Ⅳ）并从2011年7月1日开始实施，并且建议在经济发达的地区于2012年之后率先实施国Ⅴ标准（欧Ⅴ），因此，对车辆技术和燃油品质提出了更为严格的要求[②]。

二、排放标准实施与燃油品质的关系

排放标准和燃油的品质密切相关，燃油的品质达到国Ⅲ标准，才能顺利使汽车排放达到国Ⅲ标准。国家环保总局非常重视油品的问题，我国燃油实施国Ⅲ标准的时间为2009年12月31日，燃油的品质标准为Ⅳ、Ⅴ[③]等，按照计划日程按部就班地推进标准的实施，将来在生产一致性检查和在用车排放符合性的监督方面也会加强。早在1999年，我国用非常短的时间就在全国范围内淘汰了有铅燃油，顺利实施了国Ⅰ排放标准。近年来，国家环保总局一直在推进油品的低硫化。有关专家在最近完成的研究项目中发现，以目前的燃油质量以

---

①OBD即车载自诊断系统。该系统特点在于检测点增多、检测系统增多，在三元催化转化器的进出口上都有O_2传感器。完全通过实时监控车辆排放来控制达标，可以更加保证欧Ⅲ排放标准的执行。当车辆因为油品质量等因素，造成排放没有达到欧Ⅲ标准的时候，OBD系统将自行报警，转而进入系统默认模式，发动机将不能正常工作，车辆只能进入特约维修站进行检查和维护。

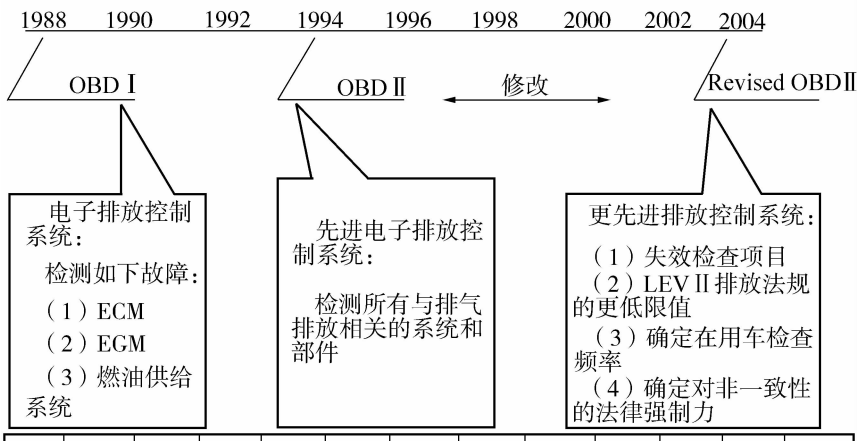
②《机动车排放污染防治技术政策》和欧洲机动车排放法规欧Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ见附录。

③欧洲机动车燃油品质标准欧Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ、Ⅵ见附录。

及目前的车辆排放水平为基准，如果实施更严格的机动车排放标准，预计会得到70%的效益；如果保持现有车辆技术水平不变，不实施新标准，仅改善燃油的品质，那就只能得到30%的效益；如果马上提高燃油品质的话，大气环境的改善效果是立竿见影的。实施新的车辆排放标准，可能要5～7年才能看到实际的效益，因为一辆车的使用寿命至少10年，如果希望提前达到一定的环境质量目标的话，就需要提前很多年考虑实施新车的排放标准。据商务部提供的数据显示，到2006年，全国共有93 989个加油站，其中中石化占31%，中石油占20%，另外将近50%的加油站属于社会其他企业。由于中国地区发展差异非常大，国内150家炼油企业炼油的能力参差不齐，北京、广州等地区提前实施燃油国Ⅲ标准，而一些经济欠发达的地区，由于炼油设施落后，标准实施的难度要大些，因此国Ⅲ标准的实施不仅需要车辆的技术水平提升，同时也要有可以达标的燃油进行供应，它们是相辅相成的关系。

三、OBD应用情况

OBD技术最早起源于上世纪80年代的美国，初期的OBD技术是通过恰当的技术方式提醒驾驶人车辆所发生的失效或者故障。欧盟和日本在2000年以后引入OBD技术，2004年之后，发达国家的OBD技术进行第三个阶段（见图1－1－1）。



	1988	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2005	2008	2010
美国	OBD-Ⅰ			OBD-Ⅱ						附加要求		
欧盟	无要求						等效OBD-Ⅱ			限值标准改变		
日本	无要求						等效于修改的OBD-Ⅰ				先进OBD	

图1－1－1　OBD应用情况

欧盟和美国在OBD检测的项目和限值方面存在一定差别，美国OBD监控的目的在于成为高排放标准车辆之前发现故障；欧盟OBD监控的目的在于发现高排放车辆。

我国导入的OBD技术，将在三个阶段以后等效采用欧盟OBD系统的相关规定。欧Ⅲ排放标准并不等于OBD，比如北京实施的加装OBD强制政策后，上牌销售车辆的出厂规格为欧Ⅲ＋OBD的标准。我国在2008年6月24日，环境保护部发布《车用压燃式、气体燃油点

燃式发动机与汽车车载诊断（OBD）系统技术要求》，并宣布此要求从2008年7月1日起实施。即在中国生产和销售的车辆，排放必须达到国Ⅲ排放标准，并且需要强制加装OBD系统①。

第2节 OBD 系 统

一、概述

车载诊断系统OBD程序在美国的颁布实施，给汽车维护和维修人士对车辆的故障的诊断带来了极大的便利。维修人员可使用同一的设备，对所有根据标准生产的汽车在同一位置通过同样的诊断接口进行故障诊断。随着经济全球化和汽车国际化程度越来越高，中国的汽车维修人员将越来越深切地感受到OBD强大的技术魅力。

OBD是英文On-Board Diagnostic的缩写，即车载诊断系统。为使汽车排放和驱动性相关故障的诊断标准化，从1996年开始，凡在美国销售的新车，其诊断仪器、故障编码和检修步骤必须相似——符合OBD程序规定。随着经济全球化和汽车国际化的程度越来越高，作为驱动性和排放诊断基础，OBD系统将得到越来越广泛的实施和应用。OBD程序使得汽车故障诊断变得简单而统一，维修人员不需专门学习每一个厂家的新系统，可以说OBD给维修人员的诊断检修工作带来了极大的便利。

在OBD计划实施之后，任一个技师都可以使用同一个诊断仪器诊断任何根据标准生产的汽车。OBD成熟的功能之一是当系统点亮故障灯时，会记录下全部传感器和驱动器的数据，可以最大限度地满足诊断和维修的需要。面对日益严格的汽车排放法规，OBD监视排放控制系统效率的目标是：随着汽车运行中效率的降低，当汽车排放水平已达到新车排放标准的1.5倍时，点亮故障灯并存贮故障码（根据美国联邦测试步骤）。此外，OBD还要求配置某些附加的传感器，如附加的加热O_2传感器，装在催化转换器内。采用更精密的曲轴或凸轮轴位置传感器，以便更精确地检测发动机是否缺火，车型均配置一个新的16针诊断接口。这样一来，计算机的能力大大提高，不仅能够跟踪部件的故障，而且满足了汽车排放的严格限制。

二、OBD的技术规格

OBD程序的设计要求为避免系统之间的混淆，不仅要求使用标准的16针诊断接口，还要使用特定的编码及在制造商的文件中要对部件进行说明，这是为了达到以下几方面的统一和标准化。

1. 通用术语和缩写词

为计算机提供曲轴位置和转速信息的装置称为曲轴位置传感器，缩写均为CKP，这些在计算机统一都称为PCM。

2. 通用数据诊断接口

每车都装有一标准形状和尺寸的16针诊断接口（图1-2-1），每针的信号分配相同，并位于相同的位置装在仪表盘之下，在仪表盘的左边与汽车中心线右300mm之间的某处。

①OBD在中国的使用情况（截至2009年）见附录。

注意：诊断接口的某些端子，指定为特定的信号见表 *1－2－1* 所示。而其他端子则可让制造商使用，或在当前型号的车上尚未使用。

表 1－2－1

符　号	端　子	编 号 名 称
SIL	7	总线“＋”
CG	4	底盘接地
SG	5	信号接地
BAT	16	蓄电池正极
CANH	6	CAN“高”线
CANL	14	CAN“低”线

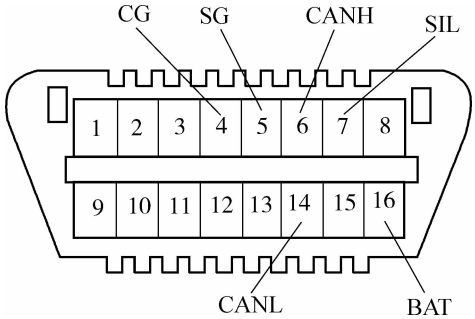


图 1－2－1　通用数据诊断接口

3. 通用诊断测试模式

这些测试模式，对全部 OBD 汽车都是通用的，使用 OBD 扫描工具就可测试。

4. 通用扫描工具

满足 OBD 要求的扫描工具，必经能访问和解释任何车型与排放相关的诊断故障码，扫描工具有线束可与标准的 16 针连接器相接。

5. 通用诊断故障码

在对上海通用·别克、广州本田·雅阁等轿车进行故障诊断时，自诊断系统都可以显示标准 OBD 故障代码，如 P0125、P0204，分别代表有转速信号时发动机 5min 内没达到 10℃和 4 号喷油器输出驱动器不正确地响应控制信号。SAE①J2010 规定了一个 5 位标准故障代码，第 1 位是字母，后面 4 位是数字，具体规则如下：

（1）首位字母表示设置故障码的系统。当前分配的字母有 4 个：P——动力系统，B——车身，C——底盘，U——未定义的系统。

（2）第 2 位字符是 0、1、2 或 3，意义如下：0——SAE 定义的通用故障码；1——汽车厂家定义的扩展故障码；2 或 3——随系统字符（P、B、C 或 U）的不同而不同。动力系统故障码（P）的 2 或 3 由 SAE 留作将来使用；车身或底盘故障码的 2 为厂家保留，车身或底盘故障码的 3 由 SAE 保留。

（3）第 3 位字符表示出故障的系统。1——燃油或空气计量故障；2——燃油或空气计量故障；3——点火故障或发动机缺火；4——辅助排放控制系统故障；5——汽车或怠速控制系统故障；6——电脑或输出电路故障；7——变速器控制系统；8——变速器控制系统。

（4）最后两位字符表示触发故障码的条件。不同的传感器、执行器和电路分配了不同区段的数字，区段中较小的数字表示通用故障，即通用故障码；较大的数字表示扩展码，提供了更具体的信息，如电压低或高、响应慢，或信号超出范围。

6. 标准化协议

要求制造商使用相同的多路通信语言，进行 PCM 与其传感器和执行器间的通信，以及诊断工具之间诊断信息的发送与接收。OBD 标准要求发动机管理系统对每一受监视的电路，

①美国汽车工程师协会。

根据专门设置的运行条件，如发动机热车周期、驱动周期、OBD 行程、OBD 驱动周期和相似条件等，在监视序列检测其故障，位置故障代码，点亮和熄灭故障灯，以及消去故障代码。在这里，所谓监视序列是一个运行过程，是一个用来测试规定系统功能或部件的操作。例如计算机可在减速时打开或关闭 EGR 阀，并监视 MAP 传感器，以观察 EGR 阀是否在工作；或在巡航时计算机打开或关闭炭罐净化，以观察 O_2 传感器的信号，这样就可以同时测试这两个部件。

三、OBD 的基本功能

1. 扫描工具

OBD 条例规定了故障代码，大量的发动机管理传感器信号、计算机命令等，并可通过一个通用的扫描工具读出。扫描工具可给出大量重要的维修信息，但很多维修人员并没掌握和使用其全部功能，仅用于读取故障码。实际上，扫描工具所提供的数据，多数可用于查出故障所在。特别有效的故障排除方法是同时使用扫描工具和四气体（HC、CO、O_2 和 CO_2）或五气体（外加 NO_X）红外线式尾气分析仪。这样可对传感器信号或计算机命令信息与实际尾管的排气相比较，看看这些读数的逻辑结果是否合理。

2. 实验室示波器

只要扫描工具正常，它就可告诉用户发动机工作情况，但我们仍然不能“看到”问题或者因“假信号”发生得太快，扫描工具显示不出来，或者 OBD 系统根本就没有编程识别这种差异。针对这种情况，使用实验室示波器非常有效。示波器有台式，也有手持式。用模拟示波器检查点火系统的故障已有几十年历史，但它与现代实验室示波器完全是不同的类型。传统模拟示波器要求所显示的信号是一个重复的周期信号，而实验室示波器是对这一信号的实时显示。因为取样的频率高，所以信号的每一重要细节都被显示出来，这样高的速度可在发动机运转时识别出任何可造成故障的信号。如果需要，任何时间都可重看波形，因为这些波形都可存于内存中。典型的现代实验室示波器具有双线或多线功能，即同时可在屏幕上看到两个或多个单独的信号。这样就可观察一个信号如何影响另一个信号。例如可将 O_2 传感器电压信号输入到通道 A，将喷油器脉冲输入到通道 B，然后观察脉冲是否响应 O_2 传感器信号的变化。可将实验室示波器看成是一个高速可视电压表。能够看到清晰的信号波形，在图形上能捕捉到瞬间干扰、尖峰脉冲、噪声和所测部件的不正常波形。

四、OBD 的检测原理

1. OBD－Ⅰ——第一代车载自诊断系统

自 20 世纪 80 年代开始，世界各汽车制造厂就在车辆上配备全功能的控制和诊断系统。这些新系统在车辆发生故障时可以警示驾驶人，并且在维修时可经由特定的方式读取故障代码，以缩短维修时间，这便是车载诊断系统。到了 1985 年，美国加利福尼亚州大气资源局（CARB）开始制定法规，要求各车辆制造厂在加利福尼亚州销售的车辆必须装置 OBD 系统，这些车辆上配备的 OBD 系统被称为 OBD－Ⅰ（第一代车载自诊断系统）。OBD－Ⅰ必须符合下列规定：

（1）仪表板必须有发动机故障警告灯（MIL）（图 1－2－2），以提醒驾驶人注意特定的车辆系统已发生故障（通常是废气控制相关系统）。

（2）系统必须有记录/传输相关废气控制系统故障码的功能。

（3）电器组件监控必须包含：O_2 传感器、废气再循环装置（EGR）、燃油箱蒸气控制装置（EVAP）。

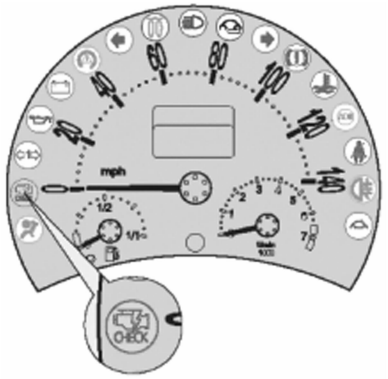


图1－2－2　发动机故障警告灯(MIL)

加利福尼亚州大气资源局制定 OBD－Ⅰ的用意是要减少车辆废气排放以及简化维修流程，但由于 OBD－Ⅰ不够严谨，遗漏了三元催化器的效率监测、燃油蒸发系统的泄漏侦测以及发动机是否缺火的检测，导致碳氢化合物排放增加。再加上 OBD－Ⅰ的监测线路敏感度不高，到发觉车辆故障再进厂维修时，事实上排放已超标。OBD－Ⅰ除了无法有效地控制废气排放，它还引起另一个严重的问题：各车辆制造厂发展了自己的诊断系统、检修流程、专用工具等，给非特约维修站技师的维修工作带来许多麻烦。加利福尼亚州大气资源局眼见 OBD－Ⅰ系统离当初制定的目标愈来愈远，只好开始发展第二代车载自诊断系统（OBD－Ⅱ）。

2. OBD－Ⅱ——第二代车载自诊断系统

OBD－Ⅱ可在发动机的运行状况中持续不断地监测汽车尾气，一旦发现尾气超标就会马上发出警报（见图 1－2－3）。当系统出现故障时，故障警告灯（MIL）或检查发动机（Check Engine）警告灯亮，同时发动机 ECU 将故障信息存入存储器，通过程序可以将故障代码从发动机 ECU 中读出。根据故障码的提示，维修人员就能迅速准确地确定故障的性质和部位。

OBD－Ⅱ比 OBD－Ⅰ增加了新的监测区域，包括催化转换器转换效率和关系到发动机缺火的曲轴速度，可以获得任何时间的发动机缺火、碳氢化合物排放增加的信息。简单来说，OBD－Ⅱ系统必须具有下列功能：

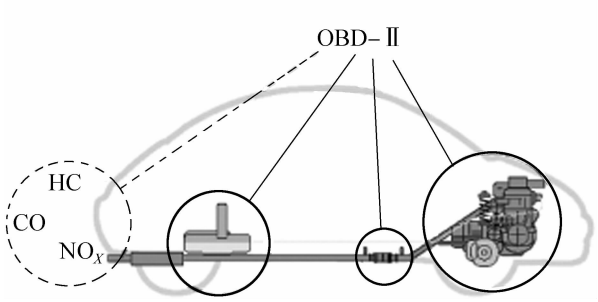


图1－2－3　OBD－Ⅱ检测原理

（1）能检测废气控制系统的关联的元件是否出现“老化”或“损坏”。

（2）必须有警示装置，从而便于提醒驾驶人，进行废气控制系统的维护与检修。

（3）能监控传感器和执行器的功能。

（4）使用标准化的故障码，并且可用通用的仪器读取。

3. 未来 OBD－Ⅲ——第三代车载自诊断系统

第三代车载自诊断系统的数据传输方式由原来的有线式变为非接触无线式，即可用无线方式读取或修改汽车 ECU 的有关数据，并对 ECU 的工作进行外部干预。OBD－Ⅲ与现代通信技术相结合，可以方便实施远程对汽车技术状况、使用情况、行驶区域的监控。例如尾气是否超标、车辆是否被盗等。目前 OBD－Ⅲ技术应用方面存在一些争议，相关谈判进行了多年，现已经基本达成协议，反对者所担心的技术问题已经得到解决，只有个别法律问题仍需要明晰，可以预见不久的将来 OBD－Ⅲ技术就会开始推广应用，将带来汽车远程诊断的技术革命。

4. 使用 OBD－Ⅱ对发动机各传感器的检测

（1）三元催化器。

三元催化器是安装在汽车排气系统中最重要的机外净化装置，它可将汽车尾气排出的CO、HC和NO_X等有害气体通过氧化－还原作用转变为无害的二氧化碳、水和氮气。由于这种催化器可同时将废气中的3种主要有害物质转化为无害物质，故称三元。当高温的汽车尾气通过净化装置时，三元催化器中的净化剂将增强CO、HC和NO_X3种气体的活性，促使其进行一定的氧化－还原化学反应，其中CO在高温下氧化成为无色、无毒的二氧化碳气体；HC化合物在高温下氧化成水（H_2O）和二氧化碳；NO_X还原成氮气和氧气。3种有害气体变成无害气体，使汽车尾气得以净化。

那么，OBD－Ⅱ对三元催化器做了哪些检测呢？我们知道，当三元催化器老化时或者三元催化器损坏时，就会严重削弱其氧化－还原能力，从而造成发动机尾气排放的严重超标。因此，OBD－Ⅱ在发动机运行过程中将持续对CO的含量进行检测。

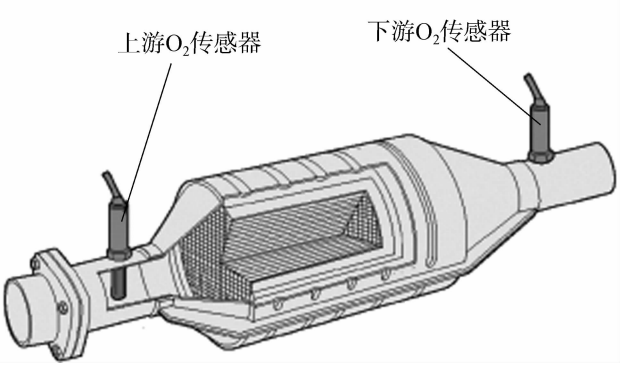


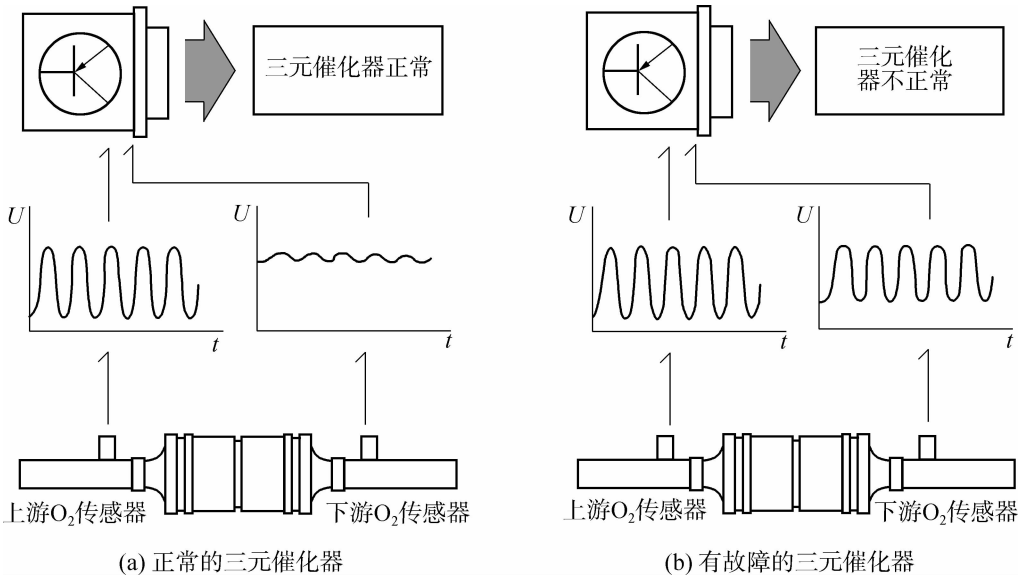
图1－2－4 O_2传感器在三元催化器的安装位置

在故障诊断期间，发动机ECU将不断比较上游O_2传感器和下游O_2传感器的信号，使之保持在一定的转换比例上。正常工作条件下，发动机运转后，上游O_2传感器不断检测发动机尾气中的剩余氧含量。根据剩余氧含量的大小决定吸入发动机的混合气是稀或浓，剩余氧含量多，混合气就稀；剩余氧含量少，混合气就浓。随着发动机ECU不断对燃油系统进行调节，改变喷油量大小，匹配最佳混合气，因此在上游O_2传感器产生直流脉动电压信号，电压在0.1～0.9V变化。废气经过三元催化器处理后，剩余氧含量将大大减少，在下游O_2传感器上的电压脉动大大减少，由此，可以断定三元催化器处于良好工作状态。如果三元催化器工作异常或者有故障，则在氧化－还原反应上无法完全对有害物进行完全转变，则在下游O_2传感器上的电压脉动与在上游O_2传感器上的电压脉动近似相同。如果上、下游O_2传感器的信号的振幅、频率接近一致，则表明三元催化器失效。发动机ECU就会立刻通过发动机故障警告灯（MIL）对外发出警报（见图1－2－5）。

（2）O_2传感器（见图1－2－6）。

电喷发动机控制系统中的O_2传感器是现代汽车中一个非常重要的传感器，功用是监测发动机排气中氧的含量或浓度，并根据所测得的数据输出一个信号电压反馈给ECU，从而控制喷油量的大小。它通常安装在排气系统中，直接与排气气流接触。

O_2传感器的工作原理与干电池相似，传感器中的氧化锆元素起类似电解液的作用。在一定条件下（高温和铂催化），利用氧化锆内外两侧的氧浓度差产生电位差，且浓度差越大，电位差越大。根据O_2传感器的电压信号，ECU按照尽可能接近14.7:1的最佳空燃比来



(a) 正常的三元催化器　　(b) 有故障的三元催化器

图1-2-5　正常与不正常的三元催化器

控制混合气的浓度。

OBD-Ⅱ在发动机运行过程中持续不断地监测 O_2 传感器的工作灵敏度、老化性能、O_2 传感器信号电压以及 O_2 传感器的预热器。当 O_2 传感器“中毒”或者老化后会对 O_2 传感器产生不利的一面，这种“中毒”往往是由于燃油中的含铅成分过高造成的。当出现“中毒”或者老化后，我们将会观察到 O_2 传感器的电压周期大大增加或者 O_2 传感器的信号电压将变得平直（见图1-2-7）。

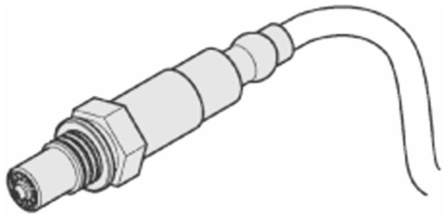
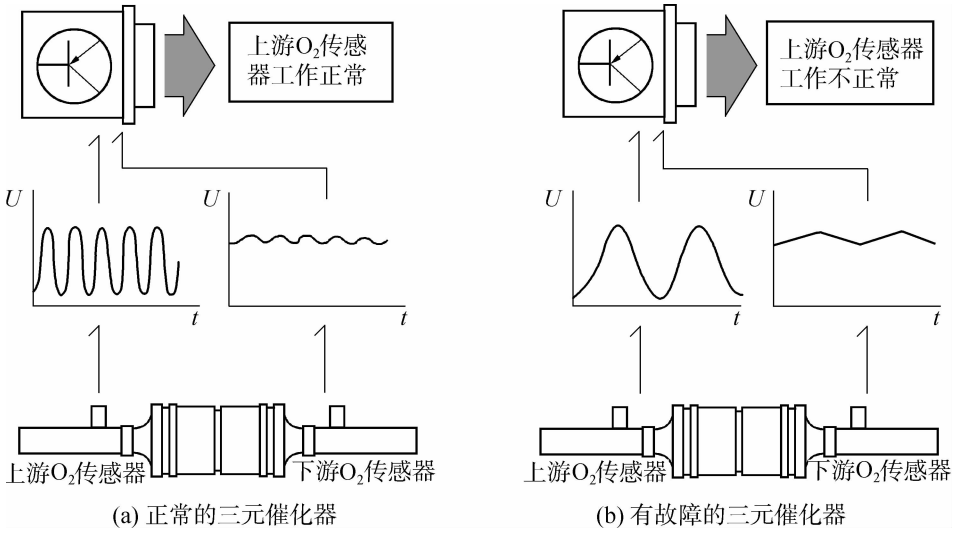


图1-2-6　O_2 传感器



(a) 正常的三元催化器　　(b) 有故障的三元催化器

图1-2-7　O_2 传感器老化检测

需要全本请访问 www.ertongbook.com