

QICHE GUZHANG ZHENDUAN SHIYONG JISHU



刘飞舟 编著

汽车故障诊断 实用技术

陕西科学技术出版社

汽车故障诊断实用技术

刘飞舟 编著

陕西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断实用技术/刘飞舟编著. —西安:陕西科学技术出版社, 2007. 8

ISBN 978-7-5369-4273-8

I. 汽... II. 刘... III. 汽车—故障诊断 IV. U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 111137 号

-
- 出 版 者 陕西科学技术出版社
西安北大街 131 号 邮编 710003
电话 (029)87211894 传真 (029) 87218236
<http://www.snstp.com>
- 发 行 者 陕西科学技术出版社
电话 (029)87212206 87260001
- 印 刷 陕西丰源印务有限公司
- 规 格 850mm × 1168mm 32 开本
- 印 张 7.5
- 字 数 200 千字
- 版 次 2007 年 8 月第 1 版
2007 年 8 月第 1 次印刷
- 定 价 21.00 元
-

版权所有 翻印必究

前 言

现代汽车是由几千个零件组成的,结构非常复杂,维修及使用技术要求很高,若使用不当或保养维护不善,会发生多种故障。要迅速有效地排除汽车故障,就必须对引起故障的原因作出准确的判断,这就需要进行正确的检测诊断。本书较好地提供了这方面的知识、方法和技能。

作者从事汽车专业工作 30 余年,积累了一些汽车故障检测诊断的知识和实践经验,现总结出来供广大汽车维修人员、技术人员和驾驶人员参考。本书中的许多内容在现行书籍和资料中尚未被提及,是作者在实际工作中摸索出的心得。本书在编写形式上力求条理性和有序性,对汽车故障发生的现象、原因、检测诊断方法进行逐项介绍,步骤清晰、明确,便于对照操作。书中既介绍了汽车解码器、发动机综合参数测试分析仪、汽车专用示波器和四轮定位仪等现代先进检测仪器的相关知识和操作使用方法,同时还介绍了在不具备现代检测条件时可采用的实用、有效的其他检测诊断方法和手段,具有很强的实用性和可操作性,对汽车维修一线人员具有现实的指导作用。

本书编写过程中得到了赵社教工程师的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢!

编者

2007 年 8 月

目 录

第一章 汽车故障诊断概述

第一节 汽车故障	(1)
一、汽车故障的分类	(1)
二、汽车故障的成因	(2)
三、汽车故障的变化规律	(3)
第二节 汽车故障的诊断方法	(5)
一、人工经验诊断法	(5)
二、现代仪器设备诊断法	(7)
第三节 故障诊断参数	(7)
一、故障诊断参数简介	(7)
二、汽车故障诊断注意事项	(11)
第四节 汽车故障诊断主要仪器	(12)
一、汽车用万用表	(12)
二、汽车专用示波器	(13)
三、发动机综合参数测试分析仪	(13)
四、汽车解码器	(15)
五、四轮定位仪	(16)

第二章 发动机故障诊断

第一节 气缸密封性的检查诊断	(18)
一、气缸压缩压力的检测	(19)

二、进气管真空度的检测	(22)
第二节 传统点火系的故障诊断	(27)
一、常见故障及经验诊断法	(28)
二、采用示波器诊断点火系故障	(35)
第三节 无触点电子点火系故障诊断	(43)
一、无触点点火系使用与诊断注意事项	(43)
二、低压部分故障的诊断方法	(45)
三、点火信号发生器的检查	(45)
四、点火模块的检查	(48)
五、采用示波器诊断电子点火系的故障	(49)
第四节 点火定时的检查与校准	(50)
一、经验法检查并校正点火定时	(51)
二、用闪光法检测点火定时	(53)
三、用缸压法检测点火定时	(55)
第五节 化油器式供给系的故障诊断	(58)
一、常见故障及经验诊断法	(58)
二、汽油泵的检查	(66)
三、化油器的检测与调整	(69)
第六节 电控燃油喷射系统的故障诊断	(71)
一、EFI 系统检修注意事项	(71)
二、EFI 系统故障诊断的一般程序	(73)
三、自诊断系统介绍	(75)
四、电控系统主要元件的检查	(81)
第七节 柴油机供给系的故障诊断	(92)

一、常见故障及经验诊断法	(92)
二、压力波形及针阀升程波形的观测	(105)
第八节 发动机润滑系的故障诊断	(112)
一、机油压力异常的故障诊断	(112)
二、机油品质的检测	(113)
三、润滑油消耗异常的故障诊断	(120)
第九节 发动机冷却系的故障诊断	(121)
一、发动机温度异常的故障诊断	(122)
二、冷却液消耗异常的故障诊断	(127)
第十节 发动机常见异响的故障诊断	(127)
一、发动机异响概述	(128)
二、常见异响的特征及诊断技巧	(131)
第三章 传动系的故障诊断	
第一节 离合器的故障诊断	(137)
一、常见故障及诊断方法	(137)
二、离合器常见故障诊断规律	(145)
三、离合器的常见故障部位	(146)
第二节 手动变速器的故障诊断	(149)
一、常见故障及经验诊断法	(149)
二、手动变速器故障诊断规律	(155)
三、手动变速器的常见故障部位	(155)
第三节 自动变速器的故障诊断	(158)
一、自动变速器故障的一般诊断程序	(158)
二、自动变速器的检查及试验	(160)

三、自动变速器常见故障诊断	(166)
第四节 驱动桥的故障诊断	(177)
一、常见故障及经验诊断法	(178)
二、驱动桥故障诊断规律	(181)
三、驱动桥的常见故障部位	(182)
第四章 转向系的故障诊断	
第一节 转向系的故障诊断	(184)
一、常见故障及经验诊断法	(184)
二、常见故障的诊断规律	(193)
三、转向系常见故障部位	(194)
第二节 转向轮定位检测	(196)
一、转向轮定位的静态检测	(196)
二、车轮定位的动态检测	(204)
三、车轮平衡度的检测	(207)
第五章 制动系的故障诊断	
第一节 常规制动系的故障诊断	(210)
一、常见故障及经验诊断法	(210)
二、制动系常见故障的诊断规律	(218)
三、液压制动系统常见故障部位	(218)
第二节 ABS 的故障诊断	(220)
一、ABS 故障诊断与检查方法	(220)
二、ABS 的常见故障及主要原因	(222)
三、ABS 的常见故障部位	(224)
四、ABS 常见故障诊断方法	(225)

第一章 汽车故障诊断概述

第一节 汽车故障

一、汽车故障的分类

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象，可进行如下分类：

1. 按丧失工作能力的程度

局部故障：指汽车部分丧失工作能力，其他功能仍保持完好，汽车尚能行驶。

完全故障：指导致汽车完全丧失工作能力的故障（尽管故障只发生在某一部分）。

2. 按故障的性质

一般故障：指能及时、较方便地排除的故障，或不影响正常行驶的故障。

严重故障：指影响汽车行驶的故障，或会造成严重后果的故障。

3. 按故障发展的速度

急剧性故障：指故障一旦发生，汽车工作状态便迅速恶化，故障发展很快，必须马上停车修理的故障。

渐变性故障：指发展缓慢，即使出现也能继续行驶到有条件的地方再进行修理的故障。

4. 按故障可能造成的后果

非危险性故障：不会引起车辆及零部件损坏、人身伤害或财产损失的故障。

危险性故障：指有可能引起人身伤害、车辆损坏及财产损失的故障。这类故障是故障诊断和预防的重点内容。

二、汽车故障的成因

汽车在使用过程中难免会产生各种各样的故障，而零件的失效是引起汽车故障的主要原因。汽车零件失效的影响因素很多，主要有设计制造、工作条件和使用维护三个方面。

1. 设计制造不合理

设计不合理是汽车零部件损坏的起源。如轴类零件截面变化太突然、孔类及槽类零件截面削弱等都会产生应力集中，从而引起汽车零件的早期损坏；更有甚者，某些零部件在设计时就存在缺陷，或是对其受力状态考虑不全面，或是对其在汽车行使时的运动轨迹、振动幅度等考虑不周，导致汽车运动时机件发生磨蹭、刮擦、冲击等，使机件产生损坏，从而引起汽车故障。如几年前在中国轰动一时的日本三菱帕杰罗汽车索赔及召回案，就是由于汽车长期在较差路况行驶时导致刹车管磨蹭破裂漏油使刹车失灵而引发的。

材料选择不当也必然会引起汽车故障。在选择零件材料时要充分考虑其强度、硬度、韧性及耐磨、耐热、耐腐蚀等多种性能，否则必然会引起故障。

制造缺陷亦可引发汽车故障。零件制造工艺不合理、加工过程操作不当、加工及装配精度不够等都会影响零件的机械性能而使汽车产生故障。

2. 工作条件

工作条件包括受力状况和工作环境两方面。汽车零件在工作有可能承受弯曲、拉伸、压缩、扭转、冲击、振动等多种载荷的作用，有些零件甚至同时承受多种载荷的联合作用，当

这些载荷超过零件承受极限或载荷的作用达到一定次数时，将导致汽车零件的失效。

有些汽车零件在不同工作介质及工作温度下工作，这将引起零件的应力变形、磨损、腐蚀及材料性质发生变化等，使零件损坏。

3. 使用维护不当

汽车在使用过程中应做到：合理使用、定期检测、强制维护、及时修理。使用中违反操作规程、超速、超载、燃润料不合理或变质、不按规定进行定期检测及维护保养等均会造成汽车零件的不必要损坏。

4. 自然失效

汽车作为一种运输工具，长期在各种条件下工作，其零件材料自然会发生渐进性的变化，使零件的形状、尺寸、表面甚至内在质量、配合副的相互位置乃至配合性质等产生不可逆转的变化，造成汽车技术状况下降，严重的还会因零件的断裂等造成行车事故，带来难以估量的损失。材料的自然失效（也称老化）尤以橡胶和塑料件最为严重，因此在进行总成修理时，必须更换所有橡胶类零件。一些重要的橡胶件如各种膜片等，必须按说明书规定的周期及时更换，以免引起汽车故障，酿成事故。

三、汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律可用汽车的故障率随汽车行驶里程的变化关系来表示。汽车的故障率是指当汽车使用到一定里程时，其在单位行驶里程内发生故障的概率。故障率也称失效率，是衡量汽车可靠性的一个重要参数。

图1-1所示为汽车的故障率曲线，形象地称之为浴盆曲线，它表明了汽车故障率与汽车行驶里程的关系。其中 $\lambda(t)$ 为故障率； L 为行驶里程。汽车故障的变化规律分为3个阶段。

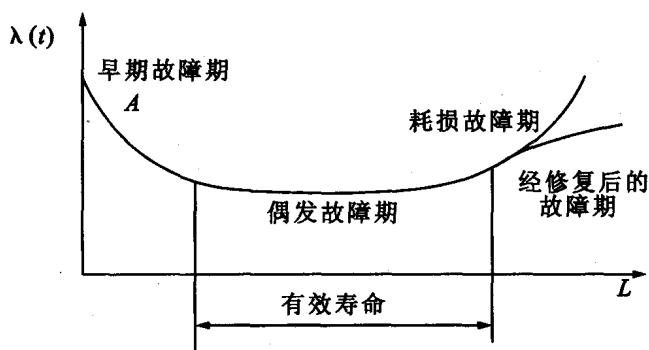


图 1-1 汽车故障率曲线

1. 早期故障期

汽车的早期故障期相当于汽车的磨合期。在此阶段，由于汽车零件的磨损量较大，因此故障率也比较高，但总的趋势是随着汽车行使里程的增加，汽车的故障率逐渐降低。

2. 随机故障期（偶然故障期）

随着早期故障期的结束，零件的磨损进入稳定时期，汽车及总成的技术状况处于最佳状态，故障率低而稳定，是汽车的有效使用时期。在随机故障期，故障的发生是随机性的，其故障原因一般是因为材料隐患、制造缺陷、润滑不良、使用不当及维护欠佳等因素所致。

3. 耗损故障期

随机故障期结束后，大部分零件磨损量过大，加之交变载荷长期作用及零件老化，各种条件都恶化，使磨损量急剧增加，汽车及各总成状况很快变差，故障率迅速上升。此时，应及时进行维修，以免导致汽车及总成报废甚至出现严重事故。因此，在实际使用中，必须以汽车故障率曲线为依据，制定出合理的维修周期，以恢复汽车的使用性能。

第二节 汽车故障的诊断方法

汽车故障诊断是指在不解体（或仅卸下个别小件）条件下，确定汽车技术状况或查明故障部位、原因所进行的检测、分析和判断。

现代汽车性能越来越完善，结构也越来越复杂，因此对汽车故障进行诊断的难度也不断增加，这就要求我们首先要了解故障现象，然后结合其工作原理进行周密分析，按一定思路进行排查，经过问、看、听、摸、闻、试、比、测、想、诊等方法，最后准确判断故障部位及原因。其基本方法主要分为两种：一种是传统的人工经验诊断法，另一种是现代的仪器设备诊断法。

一、人工经验诊断法

这种方法是诊断人员凭丰富的实践经验和一定的理论知识，在汽车不解体或局部解体情况下，借助简单工具，通过询问、耳听、目睹、手摸、鼻嗅等手段，边检查，边更换、试验、对比、分析，进而对汽车技术状况作出判断的一种方法。这种诊断方法具有不需要专用仪器设备，可随时随地应用和投资少、见效快等优点。但是，也有诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析和需要诊断人员有较高技术水平等缺点。人工经验诊断法多适用于中、小维修企业和汽车队的故障诊断。该法虽然有一定缺点，但在相当长的历史时期内仍有十分重要的实用价值。即使现在普遍使用了现代仪器设备诊断法，也不能完全脱离人工经验诊断法，近年来刚刚起步研制的专家诊断系统，也是把人脑的分析、判断通过计算机语言变成了电脑的分析、判断。所以，不能鄙薄人工经验诊断法。

1. 询问

接车后，首先要向驾驶员详细询问车辆的行驶里程、行驶状况、行驶条件、维修情况、故障表现、故障起因等多种情况，

掌握故障的初步情况。有些常见故障或某个车型的普遍故障通过“问”即可准确地判断出来。

2. 查看

主要是通过观察发现汽车较明显的异常现象,如是否漏油、漏水、漏气,发动机排气烟色是否正常,液体流动是否正常,各部件运动是否正常,连接机件是否有松脱、裂纹、变形及断裂等现象,轮胎气压及轮胎的磨损状况,车架、车桥、车身及各总成外壳、护板等是否有明显变形现象,某些地方是否有刮蹭痕迹等。

3. 耳听

所谓“听”一般是在汽车工作时听察有无敲缸、异常摩擦、皮带打滑、机械撞击、排气管放炮等杂音及异响。汽车整车及各总成、各系统在正常工作时,发出的声音一般都是有一定规律的,有经验的驾驶员和维修人员通过仔细辨别能大致判断出声音是否正常及有无异响,甚至可直接判断出故障的部位及原因。

4. 手摸

主要是用手触摸各接头、插接口处、固定螺栓(钉)等是否松脱,各总成部件的温度是否异常升高等。如汽车空调制冷工作时高压管应烫手(70°C 左右)、低压管应冰手(0°C 左右),否则说明空调不制冷;夏季行车间隙用手摸轮胎侧面温度,可判断胎温是否过高;用手摸轮毂摩擦部位外壳,过热则说明安装不良或缺少润滑;用手摸各接头是否牢固,以判断是否因虚接而造成接触不良。

5. 鼻嗅

主要通过出现故障后产生的不同气味来判断故障。如发动机烧机油产生的烧油味,混合气过浓排气中有生油味,离合器、制动器等摩擦片打滑时发出的糊臭味,皮带打滑后产生的烧焦味,导线过热后发出的胶皮味,橡胶及塑料件过热后发出的橡胶及塑料味等。

6. 试验

试验是通过对汽车及总成的工作试验,再现并确认故障现

象,以进一步判断故障部位及原因的过程。

7. 对比

比就是比较,即用正常总成或零部件替换怀疑有故障的总成或零部件,若替换后故障消失,就说明故障判断正确。

8. 分析

把已确认的故障现象,结合故障部位的工作原理、工作条件等,进行综合分析,由浅入深,由表及里,去伪存真,根据不同故障的特点和规律进行认真鉴别,得出准确的判断结论。

二、现代仪器设备诊断法

仪器设备诊断法是在人工经验诊断法的基础上发展起来的一种诊断法。该法可在汽车不解体情况下,用专用仪器设备检测整车、总成和机构的参数,如用量具测磨损尺寸,用万用表测电阻、电压或电流,用诊断测试仪器测量多种工作参数,用示波器测波形等,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据。采用微机控制的仪器设备能自动分析、判断、存储并打印汽车的技术状况。现代仪器设备诊断法的优点是检测速度快,准确性高,能定量分析,可实现快速诊断等;缺点是投资大,占用厂房,操作人员需要培训等。该诊断法适用于汽车检测站和中、大型维修企业。使用现代仪器设备诊断法是汽车检测诊断技术发展的必然趋势。

第三节 故障诊断参数

一、故障诊断参数简介

参数是表明某一种重要性质的量。诊断参数是供诊断用的,表征汽车、总成及机构技术状况的量。有些结构参数(如磨损量、间隙量等)可以表征技术状况,但在不解体情况下,直接测量汽车、总成和机构的结构参数往往受到限制,需要采用一

种与结构参数有关而又能表征技术状况的间接指标（量），该间接指标（量）称为诊断参数。诊断参数既与结构参数紧密相关，又能够反映汽车的技术状况，是一些可测的物理量和化学量。

汽车诊断参数包括工作过程参数、伴随过程参数和几何尺寸参数。

1. 工作过程参数

该参数是汽车、总成、机构工作过程中输出的一些可供测量的物理量和化学量。例如，发动机功率、驱动车轮输出功率或驱动力、汽车燃料消耗量、制动距离、制动力或制动减速度、滑行距离等，往往能表征诊断对象总的技术状况，适合于总体诊断。如通过检测，底盘输出功率符合要求，说明汽车输出功率符合要求，也说明发动机技术状况和传动系技术状况均符合要求。反之，如通过检测，底盘输出功率不符合要求，说明汽车输出功率不符合要求，也说明发动机输出功率不足或传动系功率损失太大，进一步深入检测诊断，可确知是发动机技术状况不佳还是传动系技术状况不佳。所以，工作过程参数也是深入诊断的基础。汽车不工作时，工作过程参数无法测得。

2. 伴随过程参数

该参数是伴随工作过程输出的一些可测量的参数。例如，振动、噪声、异响、过热等，可提供诊断对象的局部信息，常用于复杂系统的深入诊断。汽车不工作或工作后已停驶较长时间的情况下，无法检测该参数。

3. 几何尺寸参数

该参数可提供总成、机构中配合零件之间或独立零件的技术状况。例如，配合间隙、自由行程、圆度、圆柱度、端面圆跳动量、径向圆跳动量等，虽提供的信息量有限，但却能表征诊断对象的具体状态。

汽车常用诊断参数如表 1-1 所示。

表 1-1 汽车常用诊断参数

诊断对象	诊断参数	诊断对象	诊断参数
汽车总体	最高车速 (km/h) 最大爬坡度 [$^{\circ}$, %] 0~100km 加速时间 (s) 驱动车轮输出功率 (kW) 驱动车轮驱动力 (kN) 汽车燃料消耗量 [L/km, L/100km, L/(100t·km), km/L] 侧倾稳定角 ($^{\circ}$)	配气机构	气门间隙 (mm) 配气相位 ($^{\circ}$)
		汽油机供给系	汽油泵出口关闭压力 (kPa) 化油器浮子室液面高度 (mm) 空燃比或燃空比 过量空气系数 电喷发动机喷油器的喷油量 (mL) 电喷发动机各缸喷油不均匀度 (%)
发动机总体	额定转速 (r/min) 怠速转速 (r/min) 发动机功率 (kW) 发动机燃料消耗量 (L/h) 单缸断火 (油) 转速下降值 (r/min) 汽油车怠速排放 CO 的体积分数 (%) 汽油车怠速排放 HC 的体积分数 (%) 柴油车自由加速烟度 (FSN) 排气温度 ($^{\circ}$ C) 异响	柴油机供给系	输油泵输油压力 (kPa) 喷油泵高压油管最高压力 (kPa) 喷油泵高压油管残余压力 (kPa) 喷油器针阀开启压力 (kPa) 喷油器针阀关闭压力 (kPa) 喷油器针阀升程 (mm) 各缸供油不均匀度 (%) 供油提前角 ($^{\circ}$) 各缸供油间隔 ($^{\circ}$) 各缸喷油器的喷油量 (mL)