



高等教育立体化精品教材

汽车性能检测与故障诊断

主 编 李正光

参 编 李旭坤 刘 旭 王小红 高劼宇

李宝田 王 鹏 王美佳 罗丽梅

王小刚 王 涛 彭 摇 李 佳

江 洁 裴家馨 赵元魁

西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】 本书系统介绍汽车性能检测与故障诊断的相关知识。全书共分五个项目，并以任务形式进行讲解，内容通俗易懂，实用性强。本书内容主要包括汽车检测技术与故障诊断概论、汽车发动机检测与故障诊断、汽车底盘性能检测与故障诊断、汽车车身电气系统故障诊断和汽车整车性能检测。

本书在编排上注重理论与实践相结合，采用任务式教学模式，突出实践环节，充分体现“工学结合一体化”教学思想。本书将项目分解为若干任务，每个任务由任务引入、任务分析、知识准备、任务实施四个部分组成。正文中设置了小提示、拓展知识等特色模块，每个项目最后都设置了丰富的项目检测内容，旨在提高学生的学习兴趣，促进学生的全面发展。

本书可作为高等学校汽车类、机电类等专业的必修课教材，也可作为汽车维修行业的培训教材，还可作为汽车维修行业技术人员、驾驶人员和汽车爱好者的学习资料。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车性能检测与故障诊断/李正光主编. —西安:
西北工业大学出版社, 2021.7
ISBN 978-7-5612-7813-0

I. ①汽… II. ①李… III. ①汽车-性能检测 ②汽车-故障诊断 IV. ①U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 141955 号

QICHE XINGNENG JIANCE YU GUZHANG ZHENDUAN

汽车性能检测与故障诊断

责任编辑: 朱辰浩 刘 婧

策划编辑: 李 萌

责任校对: 孙 倩

装帧设计: 易 帅

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮编: 710072

电 话: (029) 88491757, 88493844

网 址: www.nwpup.com

印 刷 者: 天津市蓟县宏图印务有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm

1/16

印 张: 18.5

字 数: 438 千字

版 次: 2021 年 7 月第 1 版

2021 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 52.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

汽车产业是我国“十四五”规划重点产业之一，是国民经济的支柱产业之一。当前，我国汽车产业高歌猛进，促进了国民经济稳步增长。

随着人民生活水平的不断提高，汽车保有量大量增加。同时汽车制造技术的不断创新，给汽车维修业提出了新的要求。

为了满足国家对高级技能型人才的需求，笔者调研市场，参考国内外有关资料，并结合教学和工作经验，编写了此书。

本书采用项目式教学，理论联系实际，旨在让学生既掌握基本汽车故障诊断理论知识，又具备基础故障检测实际操作技能。

全书共分五个项目：

项目一介绍汽车检测技术与故障诊断概论，包括汽车检测技术概论、汽车故障诊断技术概论、汽车检测站认知以及汽车故障诊断设备认知。

项目二介绍汽车发动机检测与故障诊断，包括发动机密封性检测、发动机功率检测、发动机曲柄连杆机构和配气机构机械故障诊断、电控汽油喷射系统故障诊断、电控柴油喷射系统故障诊断、汽油机点火系统故障诊断、润滑系统故障诊断、冷却系统故障诊断以及起动系统故障诊断。

项目三介绍汽车底盘性能检测与故障诊断，包括传动系统检测与故障诊断、行驶系统检测与故障诊断、转向系统检测与故障诊断以及制动系统检测与故障诊断。

项目四介绍汽车车身电气系统故障诊断，包括防抱死系统故障诊断、防盗系统故障诊断、安全气囊系统故障诊断以及空调系统故障诊断。

项目五介绍汽车整车性能检测，包括汽车动力性检测、汽车燃油经济性检测、汽车排放性能检测、汽车前照灯信号装置检测以及汽车噪声检测。

本书由李正光担任主编和全书的统稿工作，其中项目一由李正光、王涛负责编写，项目二由李旭坤、高劼宇负责编写，项目三由刘旭、王小红、彭摇负责编写，项目四由李宝田、王美佳、王小刚负责编写，项目五由王鹏、罗丽梅、李佳负责编写，参与整理校对的有江洁、裴家馨、赵元魁。

由于编者水平所限，书中难免有不足之处，欢迎广大读者批评指正。

编者

2021年5月

CONTENTS

目 录

项目一 汽车检测技术与故障诊断概论

任务 1.1 汽车检测技术概论	2
任务 1.2 汽车故障诊断技术概论	10
任务 1.3 汽车检测站认知	15
任务 1.4 汽车故障诊断设备认知	23
项目检测	48

项目二 汽车发动机检测与故障诊断

任务 2.1 发动机密封性检测	51
任务 2.2 发动机功率检测	58
任务 2.3 发动机曲柄连杆机构和配气机构机械故障诊断	65
任务 2.4 电控汽油喷射系统故障诊断	74
任务 2.5 电控柴油喷射系统故障诊断	81
任务 2.6 汽油机点火系统故障诊断	95
任务 2.7 润滑系统故障诊断	101
任务 2.8 冷却系统故障诊断	107
任务 2.9 起动系统故障诊断	112
项目检测	124

项目三 汽车底盘性能检测与故障诊断

任务 3.1 传动系统检测与故障诊断	127
任务 3.2 行驶系统检测与故障诊断	140
任务 3.3 转向系统检测与故障诊断	155
任务 3.4 制动系统检测与故障诊断	180
项目检测	196

项目四 汽车车身电气系统故障诊断

任务 4.1 防抱死系统故障诊断	199
任务 4.2 防盗系统故障诊断	214
任务 4.3 安全气囊系统故障诊断	225
任务 4.4 空调系统故障诊断	232
项目检测	237

项目五 汽车整车性能检测

任务 5.1 汽车动力性检测	239
任务 5.2 汽车燃油经济性检测	247
任务 5.3 汽车排放性能检测	258
任务 5.4 汽车前照灯信号装置检测	272
任务 5.5 汽车噪声检测	279
项目检测	287

参考文献

项目一

汽车检测技术与故障诊断 概论

项目导读

汽车检测，特别是利用必要仪器设备在汽车不解体的条件下检测，作为检查和鉴定车辆技术状况和车辆维修质量的重要手段，是一种新兴的科学技术。汽车检测技术是一门以现代数学、电子技术、控制论、可靠性理论和系统工程学为理论基础的新兴学科。

汽车在使用过程中，由于某一种或几种原因，其动力性、经济性、可靠性和安全性发生了变化，逐渐地或突然地破坏了其正常工况，这就是发生了故障。迅速而准确地诊断出故障部位，并及时加以排除，直接关系到运行安全、运行材料消耗、运输效率和成本，有的还直接影响到汽车的使用寿命。导致汽车故障的因素是相当复杂的，这就要求诊断人员不仅熟悉汽车构造及其工作原理和其他有关理论知识，而且还有一定的操作技能和实践经验。随着近代科学技术的发展，使用仪器检验设备和诊断参数进行诊断的情况日益增多，这更需要具备较高的专业理论和检测仪器、设备等方面的有关知识。因此，故障诊断既是一种技术，又是一门科学。

项目要点

- 了解汽车检测技术的基本内涵和发展。
- 了解汽车检测的标准、法规和制度。
- 了解汽车检测的技术基础。
- 了解汽车故障的成因及变化规律。
- 掌握汽车故障诊断的方法。
- 熟知常用汽车检测诊断设备的种类。
- 掌握常用汽车检测诊断设备的使用方法。

任务 1.1 汽车检测技术概论

任务引入

收集国内外最新资料，了解国内外汽车检测技术的现状，了解我国与国外在汽车检测方面存在的差距。

任务分析

汽车检测技术是一门综合学科，了解汽车检测技术，不仅需要扎实的汽车构造和原理的基础理论，还需要具备数学、电子、控制等方面的知识。汽车检测技术概论主要涉及汽车检测技术的含义和发展、我国汽车检测的法律法规和管理制度、汽车检测的技术基础等知识。

知识准备

一、汽车检测技术的含义和发展

汽车检测是指确定汽车技术状况或对汽车工作能力的检查。车辆经过长期使用，其技术状况逐渐变坏，出现经济性变差、动力性下降及可靠性降低等不良现象，如果按照一定周期有规律地检验车辆技术状况，并采取相应的维修措施，则可延长汽车的使用寿命。“定期检测、视情维修”已经成为维修体制的基本原则，获得日益广泛的认可。

小问题

定期检测车辆有什么好处？

1. 汽车检测的意义

目前全世界汽车保有量已超过 10 亿辆。汽车的大量使用，在提高运输效率、促进经济发展、改善人们生活的同时，也造成了排气污染、噪声污染、交通事故以及能源紧张等引起全球关注的问题。

为了解决这些问题，一方面要从技术上入手，努力研究开发高性能、低污染的汽车，这是汽车研究生产部门孜孜以求的目标；另一方面，要加强对在用汽车的定期检查，以便及时维修调整，使汽车经常处于良好的技术状况。这就是汽车检测技术要解决的问题。

汽车检测的意义，可以归纳为以下几方面。

(1) 保证交通安全。随着交通运输事业的发展，交通事故也在日益增加。全世界每年因道路交通事故死亡者约有 125 万人，重伤者约有 300 万人，因交通事故导致终

生残疾者约有 3 000 万人。

目前,随着经济的发展,我国已经逐渐成为汽车生产大国,每年约有 20 万人死于交通事故,其数量高居世界之首。

拓展知识

万车死亡率(某年死亡总人数/以万为单位的总车数):2011 年我国是 6.2,是美国的 3.5 倍,英国的 5.64 倍,日本的 8 倍。

造成交通事故的原因,大致可归纳为驾驶员、行人、车辆、道路和气候等五个方面。其中,由于汽车制动、转向、照明等技术原因造成的交通事故,约占交通事故总量的 1/4。

因此,对汽车进行定期检查和调整,使其处于良好的技术状况,对保证交通安全是非常必要的。

(2) 减少环境污染。汽车排放的尾气中含有上百种化合物,其中对人和生物直接有害的物质主要是 CO、HC(碳氢化合物的总称)、NO_x(氮氧化物的总称)、铅化合物以及碳烟等。这些有害气体污染了大气,破坏了人类的生存环境。尤其在大城市中人口密集、交通拥塞地区,汽车排气污染问题突出,附近居民深受其害。另外应该指出,汽车尾气中还含有 CO₂,CO₂是一种主要的温室气体,向大气排放过多的 CO₂,有使地球表面温度升高的危害,所以也应控制 CO₂的排放量。

汽车的噪声是另一种环境污染。在交通繁忙的十字路口,车辆噪声可达 70 dB 以上。

小提示

国家通过对汽车进行定期检测的方法,严格限制汽车的废气和噪声污染。污染超标的车不准上路,必须及时修理。

(3) 改善汽车性能。刚出厂的汽车性能并不是最好的,需要行驶一段时间,零部件经过磨合之后,汽车的性能才渐渐进入最佳状态。但汽车用久了,性能或技术状况又逐渐变差。不仅汽车的动力性和经济性会降低,油耗会增加,尾气排放情况会变坏,有的时候(例如制动性能变差时)还会引发交通事故。所以,定期的检查测试,可以让汽车保持良好的技术状况,改善汽车性能,还可以延长汽车的使用寿命。

对汽车进行检测的方法,大体上可分为两大类:一类是人工检查方法,这是检测人员凭经验以眼、耳、手、脚和简单工具进行检查的方法。这种方法不仅速度慢、效率低,检验精度也差,主要用于比较简单的部件检查。另一类是使用电脑化、智能化的仪器设备进行检查。这种方法不仅可以定量地测出汽车的很多性能指标,诸如废气污染物的含量、前照灯的发光强度、制动力的大小等,而且检测速度快,精度高,检测结果也比较客观。

2. 国内外汽车检测的发展

应该说,早在 100 多年前开始使用汽车,就存在汽车检测和故障诊断问题。当然,当时的检测手段还比较简单。到 20 世纪 40 年代,国外出现了以故障诊断和性能调试为主的单项检测技术。60 年代后检测技术获得较大发展,开始出现由几种检测项目连成的检测线,既能做维修检验又能进行性能测试。60 年代末到 70 年代初期,计算机技术获得迅猛发展并向各行各业渗透,汽车检测技术应用了计算机测量与控制技术,实现了检测过程自动化,由计算机进行检测数据采集、数据处理和数据打印,大大提高了检测效率。

近年来,随着高新技术的广泛应用,汽车检测诊断技术正不断取得新的进展,检测仪器设备的性能、功能和智能化水平都有进一步提高。如今汽车检测技术已成为涉及机械、电子、计算机、自动控制等多领域的综合技术。例如,日本研制了新型的前照灯检验仪,既可测近光,又可测远光。采用与摄像机类似的 CCD(电荷耦合器件)作为光敏元件,可显示非对称的近光光形分布和等照度曲线。国内已开发生产了类似产品。

为了加强对在用汽车的管理,许多国家,特别是发达国家,根据本国国情制定了相关法律,实施车辆检查制度,以便对在用汽车的使用、维护和技术状况等进行严格的监督。

例如,美国、加拿大等美洲汽车大国,已设立机动车辆管理厅对机动车进行管理,但车检制度并不统一。美国有的州有自己的车检法规,而在用车辆检测大部分在民间检测站进行,少部分在加油站进行安全检测。欧洲许多国家也都有自己的车检制度,而且德国、英国、意大利等国的检测设备单机自动化水平很高,广泛采用智能化仪表,车检由民众技术监督协会负责,不以营利为目的,具有良好的公正性和权威性。日本有较完善的车检制度和标准,对检测的内容、方法、设备等都有规定,分设民营和国有检测站。民营站一般设在车辆维修厂,国有站只判断车辆安全性能是否合格,采用自动化程度较高的检测线。

20 世纪 60 年代,我国虽然从国外引进过一些检测设备,但在 1966—1976 年间检测技术基本处于停滞状态。改革开放后,道路交通运输事业得到迅速发展,汽车拥有量快速增长,而且国家对安全、环保问题高度重视,这些都极大地促进了汽车检测技术的发展。

1982 年 5 月,我国第一个汽车安全技术检测站在辽宁省朝阳市建成。此后,各地的机动车检测站(见图 1-1)如雨后春笋般兴建起来。其中,大部分分布在广东、山东等沿海省份。



图 1-1 机动车检测站

在检测设备方面,1985 年以前我国仍然是以进口为主。例如深圳市连城机动车检测站,当时是全套引进日本弥荣公司的设备。20 世纪 80 年代后期,我国东南沿海和内地大城市如深圳、广州、肇庆、西安、北京、武汉等,注意从引进消化到自行研制,先后推出了部分国产和全部国产化的检测仪器设备。现今,除少数专用设备之外,绝大部分检测设备都已经实现国产化,基本满足了国内需求。

二、我国汽车检测的法律法规和管理制度

为了保证交通安全、减少环境污染和保证在用汽车处于良好的技术状况,国家公安、交通、生态环境等部门先后发布过多项法律法规和相关标准,对在用汽车进行严格的管理。

1. 相关的法律法规

目前我国汽车检测主要分为安全检测、综合性能检测、环保检测三大类,分属公安部、交通部、生态环境局监管。

2. 关于在用汽车的检查制度

对在用汽车实行定期检测和及时维护修理,是保证在用汽车处于良好的技术状况的有效管理制度,已被许多国家采用。

我国加入 WTO 之后,汽车数量增长更快,汽车维修市场更加开放。要保证在用汽车总能处于良好的技术状况,严格限制排气污染,关键是进行经常性、权威性的检测和及时有效的维护。因此,吸收国外先进经验,加强我国汽车检测和维护管理制度建设,已成当务之急。美国于 20 世纪 80 年代前后研究发展了 I/M (Inspection/Maintenance, 检测/维护) 制度体系。建立 I/M 制度的出发点是:城市中汽车尾气污染主要来自那些“高排放”车辆(即,排放高于标准值 10 倍以上的车辆)。据统计,占汽车总数 10%~15%的“高排放”车辆所排放的污染物,占了排放总量的 50%~60%。为了加强对“高排放”车辆的排气控制,必须对在用车辆实行有效的监督、检查和及时维护,使车辆保持良好的技术状态,达到或接近出厂时的排放水平。为此建立了检测/维护网站和一套完整的监控、管理制度。为了改进检测效果,美国于 20 世

纪 80 年代研究发展了适合在用车排放检测的加速模拟工况法（ASM 方法）。在此基础上，美国国家环保局于 1992 年要求各州都要建立 I/M 制度体系。执行 I/M 制度，对排放产生了显著的影响。例如，美国科罗拉多州实行 I/M 制度后，CO 的排放减少了 59%。另外，据美国 1992 年对轻型车的统计，实行 I/M 制度后，车龄达 24 年的“高排放”车的 HC 排放已经减少到原来的 20% 左右。

目前，北京和上海等大城市，在吸收国外先进管理经验的基础上，正在研究和试验适合我国的 I/M 制度，建设权威性的 I 站（检测站）和 M 站（维修站），实施定期检查、强制维护和监控评价管理体系，并已经取得了良好的效果。

拓展知识

北京市自 1999 年 1 月 1 日起率先在国内实施欧洲 I 号排放标准，规定在北京市上牌的轿车必须采用电控燃油喷射和三元催化技术；对高排放在用车实行每季度检测一次，取得尾气排放合格证后才允许上路行驶。这一系列措施的执行，对改进汽车尾气排放起到很大的作用。据统计，北京市 1998 年年底在用车路检合格率为 40%，1999 年年底提高到 68%，2000 年 9 月已达到 82%。

我国公安交通管理部门对在用车辆实行年检制度。车辆年检也就是我们平时所说的验车，《道路交通安全法实施条例》规定：

机动车应当从注册登记之日起，按照下列期限进行安全技术检验：

- (1) 营运载客汽车 5 年以内每年检验 1 次；超过 5 年的，每 6 个月检验 1 次；
- (2) 载货汽车和大型、中型非营运载客汽车 10 年以内每年检验 1 次；超过 10 年的，每 6 个月检验 1 次；
- (3) 小型、微型非营运载客汽车 6 年以内每 2 年检验 1 次；超过 6 年的，每年检验 1 次；超过 15 年的，每 6 个月检验 1 次；
- (4) 摩托车 4 年以内每 2 年检验 1 次；超过 4 年的，每年检验 1 次；
- (5) 拖拉机和其他机动车每年检验 1 次。营运机动车在规定检验期限内经安全技术检验合格的，不再重复进行安全技术检验。
- (6) 超过报废年限的车辆不可以再过户（买卖），但可以继续使用；买卖的话可以先到车管所办理该车的报废单（注销该车的档案），然后买卖。

拓展知识

2014 年 5 月 17 日上午，公安部、国家质检总局联合下发《关于加强和改进机动车检验工作的意见》，其中规定公安、质检等政府部门不得开办车检机构，已开办的，9 月底前必须彻底脱钩；自 9 月 1 日起，试行非营运轿车 6 年内免检；不得指定检验机构，推动机动车异地年检。

以上这些法律法规和管理制度，对保证我国在用车辆具有良好的技术状况，具有极其重要的意义。

三、汽车检测的技术基础

汽车检测技术是以现代数学、电子技术、控制论、可靠性理论和系统工程学为理论基础的新学科，也是理论与实践知识紧密联系的一门课程。汽车检测技术是车辆实施“强制维护、定期检测、视情修理”方针的前提。检测包含着检验及测量两层意义。汽车检测主要是讲述汽车不解体情况下，应用现代检测技术，检查车辆技术状况或工作能力的过程。

汽车检测技术要求有明确的参数、限值和检测手段，以及一定的理论基础。汽车检测技术人员要了解汽车技术状况变化的原因及规律；熟悉技术状况参数的选择原则；掌握测量误差产生的原因和消除方法、测量仪表的选择、测量数据修订规则和计算法则等知识。

1. 汽车检测技术与发展概况

汽车检测是在不解体条件下，借助仪器设备，在一定程度上定量地确定汽车技术状况或工作能力的检查。检测只判断状况或能力是否符合技术要求的规定，即合格或不合格，达到控制技术状况的目的。检测对象是汽车的使用性能和可靠性，如动力性、燃料经济性、操纵稳定性、安全性、防止公害性、舒适性、外观和使用可靠性等。

汽车诊断是在检测的基础上，进一步查明故障部位、故障原因。所谓故障是指汽车或总成部分或完全丧失工作能力的现象。通过诊断可以及时采取措施，消除隐患或故障，保持和恢复汽车良好的技术状况或工作能力。

汽车检测技术是汽车诊断技术的基础。诊断含有检测的功能，因此，检测只是初步的检查，诊断是深入的检查，汽车作为组成单元多、结构复杂的系统。检测与诊断作业往往结合进行，称为检测诊断，在国外简称汽车诊断技术。

汽车检测诊断技术的发展，大致经历了三个阶段。

第一阶段：机械结构—单机人工操作。这个阶段检测仪器设备比较简单，测量精度也不高，但已从过去由人工凭实践经验定性检查，发展为相关性台架试验，在时间、费用及检测数据可信性等方面都是一个质的飞跃。

第二阶段：机电一体化、计算机控制自动化、各项科学技术的进步，促使汽车性能检测项目更多，判断更快更准确。高精度传感器的应用，首先使检测单机向智能电脑化、功能全面化等方面发展，操作维护方便、易于联机，继而实现系统自动化和智能化。具有代表性的，一种是汽车安全性能计算机测控系统；另一种是国外较流行的汽车维修检测系统，不仅节省人力、时间，而且极大地提高了检测准确性和可靠性，也不需具有很高技术水平的熟练的技术工人。检测技术发展的同时，各国在检测标准法规的制定上也逐渐取得一致。

第三阶段：车载自诊断系统及汽车故障专家系统。车载自诊断系统作为汽车结构的组成部分，利用安装在汽车各个部位的传感器，将汽车主要的技术状况经常地、自动地用声光信号、数字或图形信号向操作者显示，始终让发动机和汽车在最佳的工况下运转。现阶段车载自诊断系统主要对液面、温度、压力、真空度、转速、转矩、功

率、制动防抱死性能等 50 多个单项参数进行实时监控。但对系统综合性参数的诊断仍较困难，需要在车外检测设备上进行。今后随车诊断和车外诊断方式会并存发展，但车外检测诊断技术将是发展的主流。

拓展知识

我国的汽车检测诊断技术虽起步较晚但发展很快，从“六五”计划期间被列为新技术重点项目推广至今，全国各大中城市已陆续有计划地建立了汽车安全性能检测站或综合性能检测站，对在用车状况和维修车质量实行监督，借以保持或恢复汽车使用性能和可靠性。

汽车技术状况的预测、故障模式的建立、故障机理的解析技术、诊断参数信息识别、高新传感技术的开发和应用，将是检测诊断技术发展的趋势。

2. 技术状况变化原因及规律

汽车技术状况是指定量测得的，表征汽车某一时刻外观和性能的参数值的总和。一辆汽车由 8 000~9 000 种机械零件和电子元件组成，随着行驶里程的增加，因零件磨损、腐蚀、疲劳、变形、老化和偶然性损伤等原因，引起汽车技术状况变坏。这一变化与行驶里程间的关系称为技术状况变化规律，运用数理统计和可靠性理论分析汽车、总成和零件损坏率特性，它遵循“浴盆曲线”变化规律，如图 1-2 所示。曲线划分成 3 个阶段：

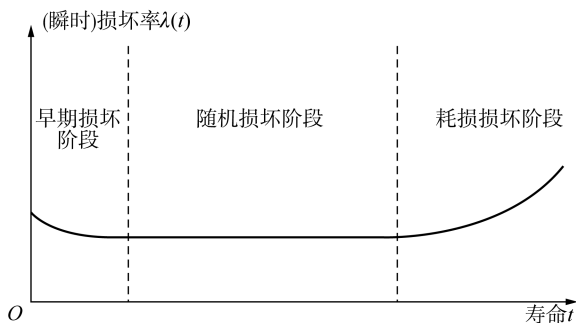


图 1-2 “浴盆曲线”

(1) 早期损坏阶段：在使用初期，零件损坏率是行驶里程的减函数。技术状况变化的速率取决于零件设计质量、制造工艺水平和材料力学性能。

(2) 随机损坏阶段：这个阶段零件损坏率基本上是一个常数。所发生的损坏偶然性较大，并与零件所承受的负荷相关。

(3) 耗损损坏阶段：零件经长时间使用，它的物理性能已下降、零件损坏率是行驶里程的增函数。零件的损坏多属老化、疲劳等性质。在这一阶段，及时对汽车进行检查、维护和调整是延缓零件耗损损坏的有效措施。

3. 技术状况参数

技术状况参数是评价汽车使用性能的物理量和化学量。汽车、总成和零件的技术

状况是由各种参数表征的，确定参数的变化量和变化规律是检测诊断的基础。

技术状况参数分为结构参数和诊断参数两类。

(1) 结构参数。结构参数是汽车静态下测得的物理量。它直接表征被测对象具体的状况或能力，如零件的几何形状、尺寸、表面粗糙度、金属组织、形状与位置误差，以及配合关系等。

(2) 诊断参数。诊断参数是供检测诊断用的、汽车在动态下测得的物理量。它间接表征被测对象的状况或能力，如功率、燃料消耗量、制动距离、异响和振动等。在工作状态下测得的诊断参数亦称工作过程参数，是检测诊断的基本参数，它与结构参数紧密相关，是被测对象的外部表征，全面地反映出被测对象的总体状况和功能、质量等信息。少量的诊断参数伴随在工作过程中，称为伴生过程参数，如发热、噪声和振动等。它们间接地表征机构的状况，这些参数提供的信息狭窄但存在较普遍，常用于复杂机构的深入诊断。

无论是结构参数还是诊断参数，按参数的量值大小有标准值、许用值、极限值之分。标准值由机件功能或用途来确定，是设计和计算的原始数据，新的或大修竣工件应符合设计技术要求；许用值是组合件、机构或系统经维护调整后仍能正常工作的界限；极限值是使用极限尺寸。达到极限值的零件继续使用会导致使用性能下降和可靠性急剧恶化。测量值是检测诊断过程中，实际获得的数据，测量值与上述各个量值相比较，即能得出检测诊断结论。为保证结论的可信性和可靠性，选择技术状况参数应符合以下原则：

- 1) 灵敏性：所选技术状况参数能表征状况微小的变化量，以提高检测诊断可靠性。
- 2) 单值性：参数变化量能直接表征变化过程是渐增型还是渐减型，即有稳定的变化规律。
- 3) 稳定性：在相同的检测条件下，参数应具有良好的重复性，即随机变化小。
- 4) 经济性：参数在测量中所需费用低、工艺性好，易于检测。
- 5) 信息性：参数所提供的信息准确，具有良好的可信性和可靠性。

总之，选择的技术状况参数应在一定的测量规范之内，否则，检测诊断过程便失去了意义。常用的汽车技术状况参数见表 1-1。

表 1-1 常用的汽车技术状况参数

类别	参数	计量单位
结构参数	磨损量	mm
	间隙	mm
	行程	mm
	车轮定位值	mm 或 (°)
	车轮平衡量	g·mm

类别	参数	计量单位
工作过程参数	发动机功率或驱动桥输出功率	kW
	燃料和润滑油消耗量	L/100km 或 g/100km
	气缸压缩压力	kPa 或 MPa
	气缸漏气量	kPa 或 MPa
	曲轴箱窜气量	L/min
	进气歧管真空度	kPa
	润滑油介电常数（亦称电容率）	%
	点火（或供油）提前角（曲轴转角）	(°)
	触点闭合角（或重叠角）	(°)
	切向力和自由转动量	N 和 (°)
	制动距离	m
	充分发出的制动减速度	m/s ²
	制动力	N
	侧滑量	m/km
	发光强度和光轴侧斜量	Cd 和 mm
	废气成分和浓度	%, FSN
伴生过程参数	噪声	dB (A)
	振动	m/s ² 或 Hz
	温度	°C
	压力	kPa



任务实施

通过文献搜索等途径，收集最新国内外的汽车检测技术资料，了解我国现阶段汽车检测水平。

任务 1.2 汽车故障诊断技术概论



任务引入

当前国内外汽车故障诊断的现状是什么？



任务分析

汽车故障诊断技术是一门综合技术，它涉及多门学科，如现代控制理论、信号处理、模式识别、计算机工程、人工智能、电子技术及相应的应用学科。了解汽车故障诊断技术，需要从汽车故障分类、汽车故障诊断方法等方面进行学习。



知识准备



一、汽车故障分类

汽车故障按照故障性质及状态的不同可分为如下几种类型：

(1) 按照工作状态的不同可分为间歇性故障和永久性故障。

1) 间歇性故障有时发生，有时消失。

2) 永久性故障是故障出现后，如果不经人工排除，它将一直存在。

(2) 按照故障形成速度分为急剧性故障和渐变性故障。

1) 急剧性故障是故障一经发生，工作状况急剧恶化，不停机修理，就不能正常运行。

2) 渐变性故障发展缓慢，故障出现后一般可以继续行驶一段时间后再修理。

★ 微视频



汽车故障的常见类型一

Chapter
1Chapter
2Chapter
3Chapter
4Chapter
5

拓展知识

与急剧故障相似的一种故障叫作突发性故障。在该故障发生的前一刻没有明显的症状，但故障一旦发生往往导致汽车功能丧失，甚至引起人身、车辆安全。

(3) 按照故障的程度的不同可分为局部功能故障和整体功能故障。

1) 局部功能故障是指汽车某一部分存在故障，这一部分功能不能实现，而其他部分功能仍完好。

2) 整体功能故障虽然可能是汽车的某一部分出现了故障，但整个汽车的功能不能实现。

(4) 按照故障的严重程度可分为轻微故障、一般故障、严重故障、致命故障。

1) 轻微故障。一般不会导致汽车停驶或性能下降，不需要更换零件，用随车工具做适当调整即可排除。如点火时刻、喷油时刻不正确，怠速过高等。

2) 一般故障。导致汽车停驶或性能下降，但一般不会导致主要部件和总成的严重损坏，可更换易损零件或用随车工具在短时间内排除。如来油不畅，滤清器脏、堵，个别传感器损坏等。

3) 严重故障。可能导致主要零件的严重损坏，必须停车，并且不能通过更换零件或使用随车工具在短时间内排除。如发动机拉缸、抱轴、烧瓦、打齿等。

4) 致命故障。可能引起车毁人亡的恶性重大事故。如柴油机飞车、连杆螺栓断裂、活塞碎裂、制动系统失效等。

★ 微视频



汽车故障的常见类型二



二、汽车故障的诊断方法

★ 微视频



汽车故障的诊断方法

就汽车诊断方法而言，通常靠观察和感觉以及简单工具，采用将个别症状放大或暂时消隐的方法进行诊断，称为直观诊断法，这是普遍应用的传统方法。而采用检测设备、仪器和工具，检测汽车的结构参数、输出过程和输出参数（如间隙、尺寸、形状、相关位置的变动、真空度、压力、油耗、功率等）来确定故障的方法称为客观诊断法。目前，国内外已经逐步将电子技术应用于汽车故障的诊断，使用仪器设备进行故障诊断已成为主流。

实际上，上述两种诊断方法常常是综合交替应用的。这主要取决于诊断人员的技能和经验、汽车的保有量，以及设备、场地等情况。但无论哪一种方法，要正确地运用都必须熟悉汽车构造、工作原理及其他有关理论。

1. 直观诊断法

直观诊断法是诊断人员凭借一定的理论知识和积累的实践经验，利用简单工具诊断汽车故障的方法。

人工经验诊断汽车故障的特点是不需要任何仪表器具或其他条件，在任何场合下都可以进行，特别是对汽车运行过程中出现的随机故障，不失为一种行之有效的诊断方法。然而，它只能对故障进行定性的分析，而对于诸多因素导致的复杂故障则诊断困难，诊断的准确性与速度取决于诊断技术人员的技术水平。直观诊断法经过不断地积累、总结和完善，已朝着人工智能分析、逻辑推理的方向发展。在使用本方法时，一般应先了解汽车的使用和维护情况，搞清故障特征及其伴随现象，然后由简到繁、由表及里地进行推理分析，做出判断。其诊断方法大致分为望问法、观察法、听觉法、嗅觉法、触摸法和试验法六种。

(1) 望问法。即查看和询问，看和问是快速诊断汽车故障的有效方法。除驾驶员诊断自己驾驶的车辆之外，其他人在诊断前，必须先了解情况，包括车辆的型号、使用的年限、行驶里程、使用条件、近期维护修理情况、故障的预兆和现象，以及故障是渐变还是突变、发生故障后做了哪些检查和修理等。此外，车辆的技术档案是一个重要的调查资料和依据。即便是有丰富经验的诊断人员，若不先问清楚情况就着手诊断，也难免出现错误。

(2) 观察法。即按照汽车使用者指出的故障发生部位仔细观察故障现象，而后对故障做出判断，这是一种应用最多的、最基本的也是最有效的故障诊断法。例如，观察整车和发动机有无油或水泄漏，有无连接松动，排气颜色是否正常，空气滤清器是否被堵塞，车轮有无偏磨等。在观察的过程中，可以用理论知识和积累的经验，做出周密的思考和推证，由表及里，把故障现象看透。

(3) 听觉法。即凭听觉判断汽车或总成在工作时有无异响。汽车运行时，发动机以不同的工况运转，汽车和发动机这个整体发出一种嘈杂却有规律的声音。当某一个

部位发生故障时就会出现异常响声，有经验者可以根据发出的异常响声，立即判断汽车故障。例如，发动机曲轴和连杆机构异响、主传动器异响、传动轴异响，都可以轻易地判断出来。一个好的维修工或驾驶员应在行车中锻炼听觉，听清汽车各部位发出的声音，并从中判断出异响和故障。

(4) 嗅觉法。即根据汽车或总成在运转时所发出的某些特殊气味来判断故障的位置。例如，发动机烧机油和发动机燃烧不完全，在发动机排出的废气中会有异味；制动器摩擦片烧损、离合器摩擦片烧损或电线烧毁，会产生非金属材料烧焦的特殊气味。汽车运行中一旦产生异味，或者异味较大时应停车进行检查，以查清故障根源，采取相应的措施，消除异味，如是汽车故障，则应排除或将汽车送修。

(5) 触摸法。即用手、脚触试可能产生故障的部位，判断其工作是否正常。例如，驾驶员用手摸制动鼓，根据温度判断车轮阻滞情况；用脚踹车轮轮胎，根据轮胎的弹力、偏斜和摆振情况判断轮胎气压、轮毂轴承的紧固情况；用手摸高压油管脉动检查高压油管的供油情况；用手指感觉燃油泵的工作等。

(6) 试验法。即以试来验证，例如，用单缸断火（油）法判定发动机产生某些异响的部位；用突然加速法查听异响的变化；用试换零件法，找出故障的部位；在道路试验中，根据加速性能、滑行距离判断发动机的动力性和底盘的调整润滑情况等。

直观诊断法不需要专用的仪器设备，投资小，见效快；但诊断速度慢，准确性差，能进行定量分析，需要诊断人员有较高的技术水平。直观诊断法多适用于中小型维修企业和运输企业，虽然有一定的缺点，但在相当长的时期内仍有十分重要的实用价值，即使普遍使用现代仪器设备进行故障诊断，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、判断功能通过计算机语言变成微机的分析、判断功能。因此，不能轻视人工经验诊断，更不能忽视其实用性。

2. 客观诊断法

客观诊断法包括仪器设备诊断法和故障自诊断法。

(1) 仪器设备诊断法。常见仪表仪器设备有：万用表、点火正时灯、气缸压力表、真空表、油压表、声级计、流量计、油耗仪、示波器、气缸漏气量检测仪、曲轴箱窜气量检测仪、气体分析仪、烟度计等。例如，汽车电控系统各零部件均有一定的标准电参数值，各零部件的电阻值都有一定的范围，工作时输出电压信号也有一定的范围，且具有特定的输出波形。因此，可利用万用表测量元件的电阻或输出电压，用示波器测试元件工作时的输出电压波形，用万用表测量元件导通性等以判断元器件或线路是否工作正常。

这种诊断方法的特点是：诊断方法简单、设备费用低廉，主要用于对电控系统和电气装置的故障进行深入诊断。其缺点是：对操作者的要求较高，在利用简单仪表诊断时，操作者必须对系统的结构和线路连接情况及元器件技术参数有相当详细的了解，才能取得较好的诊断效果。否则，非但不能诊断出故障，还有可能造成电控系统零部

件的损坏。

随着汽车电子化进程不断发展，各种汽车故障专用诊断仪器在汽车维修业中得到了越来越广泛的使用。常用的汽车专用诊断仪器主要有测功机、四轮定位仪、制动试验台、侧滑试验台、发动机综合检测仪、底盘测功机等。

拓展知识

使用专用故障诊断设备，可以大大提高汽车故障诊断效率。但专用诊断设备成本较高，一般只适用于专业化的故障诊断和较大规模的汽车维修企业。

(2) 故障自诊断法。故障自诊断是利用汽车电控系统所提供的故障自诊断系统对故障进行诊断的方法。它利用故障自诊断系统调取汽车电控系统的相关故障码，然后根据故障编码对应出故障名称及内容，指导维修人员找出故障部位。

一般情况下，随车自诊断系统通常只提供与电控系统有关的电气装置或线路故障代码，且只能做出初步诊断结论，具体的故障原因，还需要通过直观诊断或借助于简单仪器甚至专用诊断设备进行深入诊断。

故障自诊断在汽车电控系统故障诊断中是一种简便快捷的诊断方法，但是其适用的范围和深度远远不能满足实际使用中对故障诊断的要求，常常出现汽车有故障症状而随车故障自诊断系统无故障显示的情况。因此，故障自诊断系统并不是万能的，绝对不能有了它就抛弃其他诊断方法，汽车故障的最终排除还是要靠人的聪明才智及逻辑思维。

随着自诊断技术飞速发展，出现了 OBD (On-Board Diagnostic System, 车载在线诊断系统)。OBD 的概念起源于美国加州空气资源管理委员会 (CARB)，目的是降低和控制汽车尾气对大气的污染，它是一种车用故障诊断标准，用于监控与排放质量相关的零部件和子系统。1985 年，CARB 颁布了 OBD I，OBD I 仅要求对所有与 ECU 电气连接的零部件进行失效检测。1988 年，美国汽车工程协会 (SAE) 制定了统一的标准接口和一整套标准测试信号。20 世纪 90 年代中期，CARB 采纳了其中大部分的标准和建议，颁布了 OBD II。OBD II 要求车辆在整个试用期内必须符合相应的排放标准，同时对由于失效或老化而导致排放恶化的零部件进行监控。自 1996 年后，美国所有上市的新车都必须符合 OBD II 标准。欧洲则使用基于 OBD II 的 EOBD 标准。

★ 微视频



认识故障诊断仪

任务实施

通过线上、线下等途径查询资料，收集国内外最新的汽车故障诊断技术资料，了解我国现阶段汽车诊断维修水平。

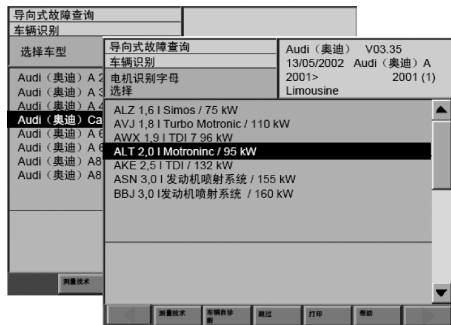


图 1-38 导向式故障查询

★ 微视频



故障诊断仪的其他功能

项目检测



填空题

- _____已经成为维修体制的基本原则，获得日益广泛的应用。
- 目前我国汽车检测主要分为_____、_____、_____三大类。
- 汽车技术状况参数分为_____和_____两类。
- 误差按表示方法分为_____、_____和_____。
- 按服务功能分类，检测站可分为_____、_____和_____三种。
- 汽车使用性能指标包括：_____、_____、_____、_____和_____。
- 汽车的可靠性包括_____和_____。
- 为分析故障规律，我们将故障率随时间变化分为三个时期：_____、_____和_____。
- 客观诊断法包括_____和_____。
- 汽车诊断设备按故障诊断设备机动性可分为_____、_____和_____。



选择题

- 在我国，负责汽车安全性能检测的部门是（ ）。
 - 公安部
 - 交通部
 - 生态环境部
 - 车管所
- 我国《道路交通安全法实施条例》规定，小型、微型非营运载客汽车超过6年的，每年检验（ ）次。
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
- 被测量的测量值与被测量的真值之间的差值是（ ）。
 - 直接误差
 - 测量误差

