

第3版

汽车检测与诊断

(上册)

普通高等教育交通类专业规划教材



陈焕江 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



普通高等教育交通类专业规划教材

汽车检测与诊断(上册)

第3版

陈焕江 主 编



机械工业出版社

本书是《汽车检测与诊断》(第3版)的上册,主要介绍了汽车检测与诊断的基础知识、汽车发动机和整车的动力性及燃油经济性检测、汽车发动机和汽车底盘技术状况检测诊断、汽车的环保性能检测诊断、汽车整车技术参数和车身检测的基本原理和基本方法,以及有关汽车检测诊断设备的结构、工作原理和使用方法等。

《汽车检测与诊断》(第3版)分为具有相对独立性的上、下两册出版。上册以汽车技术状况的检测与诊断为主,下册以汽车各总成的故障诊断为主。本书既可作为高等院校交通运输(汽车运用工程)和其他相关专业“汽车检测与诊断技术”课程的教材,也可供汽车检测诊断行业、汽车维修行业、汽车运输行业的技术人员和管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测与诊断.上册/陈焕江主编. —3版. —北京:机械工业出版社, 2012.8

普通高等教育交通类专业规划教材

ISBN 978-7-111-38985-9

I. ①汽… II. ①陈… III. ①汽车-故障检测-高等学校-教材②汽车-故障诊断-高等学校-教材 IV. ①U472.9

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第140968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:赵鹏 责任编辑:赵鹏

版式设计:纪敬 责任校对:吴美英

责任印制:杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年9月第3版·第1次印刷

169mm×239mm·20印张·387千字

0 001—3 000册

标准书号:ISBN 978-7-111-38985-9

定价:39.80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

社服务中心:(010) 88361066

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

读者购书热线:(010) 88379203

网络服务

教材网:<http://www.cmpedu.com>

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

封面无防伪标均为盗版

前 言

《汽车检测与诊断》(第1版)根据全国高等院校汽车运用工程专业教学指导委员会第二届六次会议通过的编写大纲和普通高等教育交通类“十五”教材编写规划编写。《汽车检测与诊断》(第2版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,并获“陕西省普通高等学校优秀教材一等奖”。本书是《汽车检测与诊断》(第3版)的上册。

《汽车检测与诊断》(第2版)出版5年以来,汽车技术和汽车检测诊断技术有了新的发展,对汽车的技术管理和检测诊断提出了一些新问题、新要求,也产生了一些新的研究成果,有关技术标准和规范得以进一步完善,这些都需要及时纳入《汽车检测与诊断》教材中,以使本教材反映时代特色,继续保持内容的先进性;作为教授“汽车检测与诊断技术”课程的教师,在该教材的直接使用中,注意、发现并想到一些有待改进的地方,同行们也提出过一些可以使该教材得以进一步改善的建议;随着教学改革研究的深入,我们对教学规律和“汽车检测和诊断技术”课程的教学经验也在不断积累和深化。这些是本次修订再版的出发点。

《汽车检测与诊断》(第3版)仍分为上、下两册出版。上册以汽车技术状况的检测与诊断为主,下册以汽车各总成的故障诊断为主。两册具有一定的相对独立性,以满足不同学校的不同专业“汽车检测与诊断技术”课程的教学需求。

本次修订再版,《汽车检测与诊断》(第3版)上册在以下方面进行了修订:

1) 章节安排上,由原来的四章更改为六章。新增第六章“汽车整车技术参数和车身检测”;由汽车噪声和汽车排气污染物检测的有关内容构成第五章“汽车环保性能检测”,其排气污染物检测将点燃式发动机汽车和压燃式发动机汽车分为两节编写;第一章“汽车检测与诊断基础知识”中新增“汽车检测诊断站”一节;第三章“发动机技术状况检测与诊断”中新增“发动机综合性能检测”和“发动机冷却系统检测”的内容;第四章“汽车底盘技术状况的检测与诊断”中则新增“汽车轴重的检测”和“悬架装置和转向系统间隙检测”的内容。

2) 在内容方面,则结合汽车和汽车检测诊断技术的发展和有关标准法规,对全书内容及文字进行了较大幅度更新。特别是汽车动力性即底盘输出功率检测、汽车燃油经济性检测、汽车环保性能的检测等方面的内容得到较大幅度加强。由于在各章节中都新增了一些内容,故全书内容更为完整。

3) 根据所涉及内容的内在联系,本书对第2版中部分原有章节的内容安排

IV

进行了调整，使逻辑性和系统性更好。

《汽车检测与诊断》（第3版）上册由长安大学陈焕江教授主编。参加编写的还有任军、赵伟、邱兆文、肖梅、陈昊、何天仓、朱彤、沈小燕、徐婷、马壮林等。编写过程中，长安大学汽车综合性能检测站董元虎教授、汽车学院运输工程实验室李春明高级工程师等许多老师提供了大量资料，提出了许多宝贵建议；长安大学汽车学院有关领导对本教材的出版非常关心并提供了许多帮助。作者对此深表谢意。

恳请使用本教材的师生对教材内容、章节安排等提出宝贵意见，以便再版修订时参考。

编 者

目 录

前言

第一章 汽车检测与诊断基础知识	1
第一节 概述	1
一、基本概念及术语	1
二、汽车检测诊断的目的和作用	1
三、汽车检测与诊断的方法及特点	2
四、汽车检测诊断技术的发展	3
第二节 汽车技术状况及汽车故障的形成	4
一、汽车的技术状况	5
二、汽车故障及其主要类型	5
三、汽车故障形成及技术状况变化的基本原因	6
四、汽车技术状况的变化规律	10
第三节 汽车检测诊断分析方法——故障树分析法	11
一、故障树的建立	12
二、故障树的分析方法	14
第四节 汽车检测诊断标准和周期	15
一、检测诊断参数及分类	15
二、检测诊断参数的特性与选择	17
三、检测诊断参数标准	18
四、检测诊断标准的制定	20
五、汽车检测诊断周期	24
第五节 汽车检测诊断站	25
一、汽车安全技术检测站	26
二、汽车综合性能检测站	28
三、汽车维修检测站	35
复习题	36
第二章 汽车动力性和燃油经济性检测	37
第一节 发动机功率检测	37
一、发动机功率检测方法	37
二、发动机功率检测标准	38
三、发动机无负荷测功原理	39
四、转速、角加速度和加速时间测试原理	42
五、无负荷测功的误差分析	44

六、无负荷测功仪的使用方法	44
七、单缸功率检测	46
第二节 底盘输出功率检测	47
一、汽车底盘测功机的功能	47
二、汽车底盘测功机的构造	47
三、汽车驱动轮输出功率检测	53
四、汽车加速能力测试	59
五、车速表及其他项目的检测	60
六、底盘测功机的使用方法	61
第三节 汽车燃油经济性检测	62
一、汽车燃油经济性的评价指标	63
二、常用油耗仪工作原理	64
三、油耗仪的连接	67
四、汽车燃油经济性评价工况	70
五、汽车燃油经济性检测方法	75
六、汽车燃油消耗量限值	81
复习题	86
第三章 发动机技术状况检测与诊断	87
第一节 发动机综合性能检测	87
一、发动机综合性能分析仪的基本功能和特点	88
二、发动机综合性能分析仪的构成和作用	89
三、发动机综合性能分析仪的使用方法	93
第二节 发动机气缸活塞组检测	94
一、气缸压缩压力检测	95
二、气缸漏气量(率)检测	101
三、发动机进气管真空度检测	104
四、曲轴箱窜气量检测	108
第三节 发动机点火系统检测	111
一、发动机点火系统的类型	111
二、点火电压波形检测与分析	113
三、发动机点火正时的检测	128
第四节 汽油机燃油供给系统检测	133
一、电子控制汽油喷射系统的组成及工作原理	134
二、混合气质量检测	135
三、燃油压力的检测	136
四、电子控制喷油信号检测	139
第五节 柴油机燃油供给系统检测	143
一、混合气质量检测	143

二、柴油机燃油喷射过程及压力变化	144
三、柴油机供油压力波形检测	145
四、供油压力波形分析	147
五、柴油机供油正时检测	151
第六节 发动机冷却系统和润滑系统检测	153
一、发动机冷却系统检测	153
二、发动机润滑系统检测	156
第七节 机油品质检测与分析	159
一、机油不透光度分析法	159
二、介电常数分析法	159
三、滤纸油斑试验法	161
四、机油中金属杂质分析——光谱分析法	164
五、机油中金属杂质分析——铁谱分析法	166
六、机油中金属杂质分析——磁性探测分析法	167
第八节 发动机异响诊断	168
一、发动机异响的性质	168
二、发动机异响的特征	169
三、影响发动机异响诊断的因素	169
四、发动机异响诊断仪的基本原理	171
五、发动机异响诊断方法	173
六、发动机异响振动波形分析	174
七、配气相位的动态检测	175
复习题	176
第四章 汽车底盘技术状况的检测与诊断	178
第一节 汽车转向系统检测	178
一、转向盘自由行程和转向力检测	178
二、转向轮定位检测	180
三、车轮侧滑量检测	188
四、汽车四轮定位检测	194
第二节 汽车传动系统检测	201
一、传动系统损失功率和传动效率检测	201
二、汽车滑行距离检测	203
三、离合器滑转的检测	204
四、传动系统角间隙的检测	205
第三节 汽车制动性能检测	208
一、汽车制动过程	208
二、汽车制动性能检测参数和标准	210
三、单轴反力式滚筒制动试验台结构及工作原理	214

四、惯性式制动试验台结构及工作原理	219
五、平板式制动试验台结构及工作原理	220
六、汽车轴重的检测	222
第四节 汽车行驶系统检测	222
一、车轮平衡检测	222
二、悬架装置检测	229
三、悬架装置和转向系统间隙检测	233
第五节 汽车前照灯检测	235
一、汽车前照灯的结构	236
二、汽车前照灯的特性	237
三、汽车前照灯检测项目与标准	239
四、前照灯检测的基本原理	240
五、常用前照灯检测仪的结构和工作原理	243
六、前照灯检测仪的使用方法	247
七、前照灯检测仪使用注意事项	248
第六节 车速表检测	249
一、车速表误差形成的原因	249
二、车速表检测的基本原理	250
三、车速表检测设备	250
四、车速表的检测方法	251
五、车速表检测标准及检测结果分析	252
复习题	253
第五章 汽车环保性能检测	254
第一节 汽车噪声和喇叭声级检测	254
一、汽车噪声的来源	254
二、汽车噪声的检测指标	255
三、汽车噪声的检测标准	256
四、车内噪声和驾驶人耳旁噪声检测	258
五、汽车加速行驶时车外噪声的检测	259
六、汽车定置噪声的检测	261
七、汽车喇叭声级检测	263
八、噪声检测仪器	263
第二节 点燃式发动机汽车排气污染物检测	267
一、汽车排气污染物	267
二、点燃式发动机汽车排气污染物检测标准	269
三、点燃式发动机汽车排气污染物检测方法——双怠速法	271
四、点燃式发动机汽车排气污染物检测方法——工况法	273
五、点燃式发动机汽车排气污染物检测技术与设备	277

第三节 压燃式发动机汽车自由加速烟度检测	281
一、压燃式发动机汽车排气烟度限值	281
二、压燃式发动机汽车排气烟度检测工况	282
三、压燃式发动机汽车排气烟度检测方法	283
四、烟度检测方法——滤纸烟度法	283
五、烟度检测方法——不透光烟度法	285
复习题	286
第六章 汽车整车技术参数和车身检测	287
第一节 汽车外观和整车技术参数检测	287
一、汽车外观检测	287
二、汽车结构参数检测	288
三、汽车质量参数检测	290
四、质心位置参数测试	290
五、通过性参数检测	294
六、汽车稳定性参数的测试	295
第二节 车身损伤的检测	296
一、车身损伤的形式	296
二、车身各部件尺寸检测	297
三、整车车身变形检测	300
四、整车车身测量系统	301
第三节 客车防雨密封性检测	304
一、客车防雨密封性检测设备	304
二、客车防雨密封性检测	305
三、客车防雨密封性限值	307
四、客车防雨密封性检测的注意事项	307
复习题	307
参考文献	309

第一章 汽车检测与诊断基础知识

汽车检测与诊断是确定汽车技术状况、寻找故障原因的技术手段，检测与诊断结果是合理使用汽车和维护、修理工作的科学依据。本章所介绍的基本概念、汽车故障及其主要类型、诊断分析方法、诊断参数、诊断标准、诊断周期和诊断工作的工艺组织都是汽车检测与诊断技术的基础。

第一节 概 述

一、基本概念及术语

汽车检测指确定汽车技术状况或工作能力的检查；汽车诊断是在不解体（或仅卸下个别小件）的条件下，为确定汽车技术状况或查明故障部位、原因所进行的检查、分析、判断工作。在汽车检测和诊断工作中常涉及以下术语：

（1）汽车技术状况 定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。

（2）汽车工作能力 汽车执行技术文件规定的使用性能的能力。

（3）汽车综合能力 汽车多种技术性能的组合，包括汽车动力性、安全性、燃料经济性、使用可靠性、汽车排放性能以及整车装备完整性与状态等。

（4）汽车故障 汽车部分或完全丧失工作能力的现象。

（5）故障率 使用到某行程的汽车，在该行程之后单位行程内发生故障的概率。

（6）故障树 表示故障因果关系的分析图。

（7）检测诊断参数 供检测诊断用的，表征汽车、总成及机构技术状况的参数。

（8）检测诊断标准 对汽车检测诊断的方法、技术要求和限值等的统一规定。

（9）检测诊断规范 对汽车检测诊断作业技术要求的规定。

（10）检测诊断周期 汽车检测诊断的间隔期。

二、汽车检测诊断的目的和作用

根据检测诊断目的，汽车检测诊断可分为以下类型：

（1）安全性能检测 对汽车实行定期和不定期的安全性能检测诊断，目的在于确保汽车具有符合要求的外观、良好的安全性能和符合污染物排放标准的排

放性能，以强化汽车的安全管理。

(2) 综合性能检测 对汽车实行定期和不定期的综合性能检测诊断，目的是在不解体情况下，确定运输车辆的工作能力和技术状况，对维修车辆实行质量监督，以保证运输车辆的安全运行，提高运输效能及降低消耗，使运输车辆具有良好的经济效益和社会效益。

(3) 汽车故障检测诊断 对故障汽车进行检测诊断，目的是在不解体（或仅卸下个别小件）的情况下，查出故障的确切部位和产生的原因，从而确定故障的排除方法，提高排除汽车故障的效率，使汽车尽快恢复正常使用。

(4) 汽车维修检测诊断 根据交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》的要求，汽车定期检测诊断应结合维护定期进行，以此确定维护附加项目，掌握汽车技术状况变化规律；并通过对汽车的检测诊断和技术鉴定，确定汽车是否需要大修，以实行视情修理；同时，在汽车维修过程中，利用设置在某些工位上的诊断设备，可使检测诊断和调整、维修交叉进行，以提高维修质量；对完成维护或修理的车辆进行性能检测和诊断，并对维修质量进行检验。

总的说来，汽车检测诊断有两个不同的目的：对显现出故障的汽车，通过检测诊断查找故障的确切部位和发生的原因，从而确定排除故障的方法；对汽车技术状况进行全面检查，确定汽车技术状况是否满足有关技术标准的要求及与标准相差的程度，以决定汽车是否继续行驶或采取何种措施延长汽车的使用寿命。对汽车运行中故障的检测诊断和汽车维修前及维修过程中的检测诊断，属于前一种检测诊断；汽车维修作业后的竣工检验和定期或不定期进行的安全性能检测诊断、综合性能检测诊断，则属于后一种检测诊断。

三、汽车检测与诊断的方法及特点

汽车检测诊断是由检查、分析、判断等一系列活动完成的。从完成这些活动的方式看，汽车的检测诊断主要有三种基本方法，其一是传统的人工经验检测诊断法，其二是利用现代仪器设备检测诊断法，其三是自诊断法。

(1) 人工经验检测诊断法 人工经验检测诊断法是通过路试和对汽车或总成工作情况的观察，凭借检测诊断人员丰富的实践经验和一定的理论知识，利用简单工具以及眼看、手摸、耳听等手段，边检查、边试验、边分析，进而对汽车技术状况进行定性分析或对故障部位和原因进行判断的方法。该检测诊断方法不需要专用仪器设备，可随时随地应用。但其缺点在于：检测诊断速度慢，准确性差，并要求检测诊断者具有丰富的实践经验和较高的技术水平。

(2) 现代仪器设备检测诊断法 现代仪器设备检测诊断法是在人工经验检测诊断法的基础上发展起来的，可在不解体情况下，利用建立在机械、电子、流体、振动、声学、光学等技术基础上的专用仪器设备，对汽车、总成或机构进行测试，并通过对检测诊断参数测试值、变化特性曲线、波形等的分析判断，定量

确定汽车的技术状况。采用微机控制的专用仪器设备能够自动分析、判断、打印检测诊断结果。现代仪器设备检测诊断法的优点是检测诊断速度快、准确性高、能定量分析；缺点是投资大、占用固定厂房等。

(3) 自诊断法 自诊断法是利用汽车电控单元的自诊断功能进行故障诊断的一种方法。其基本原理是利用监测电路检测传感器、执行器及微处理器的各种实际参数，并与存储器中的标准数据比较，从而判断系统是否存在故障。当确定系统有故障存在时，电控单元把故障信息以故障码的形式存入存储器，并控制警告灯发出警示信号。把该故障码从存储器中提取出来，然后查阅相应的“故障码表”便可确定故障的部位和原因。

本书主要介绍利用仪器设备对汽车进行检测诊断的技术和方法。

四、汽车检测诊断技术的发展

初期的汽车检测诊断技术以人工经验检测诊断法为主，仪器设备检测诊断法和自诊断法则是在传统的人工经验检测诊断法的基础上，伴随着现代科学技术的进步而发展起来的。许多检测诊断设备就是沿着人工经验检测诊断的思路研制开发的，即使先进的汽车专家诊断系统，也是把人脑的分析、判断通过计算机语言转化成电脑的分析判断。自诊断法对于电子控制的汽车各大系统的监控和诊断非常准确有效，随着计算机控制技术的发展和在汽车上的广泛应用，自诊断法的优势将更为突出。因此，在汽车检测诊断技术的发展过程中，其基本检测诊断方法并不是相互独立的，而是相辅相成的。

随着社会的发展、技术的进步，仪器设备检测诊断和自诊断技术在汽车检测诊断技术中从无到有，所占比重愈来愈大，并经历了从低级到高级的发展过程。

首先，一些简单的测试仪表，如转速表、气压表、真空表、电压表、电流表等，被应用到了汽车检测诊断工作，其测试结果被作为人工经验检测诊断的依据，使汽车检测诊断从“耳听、手摸”的定性阶段逐步向定量阶段过渡。

专用检测诊断设备的问世是仪器设备检测诊断的第二个发展阶段。电子技术的进步，特别是电子计算机的成就及其在专用检测诊断设备上的应用，对汽车检测诊断技术产生了重大影响。在上述技术背景下，检测诊断设备由单机发展为配套，由单功能发展为多功能，由手工操纵发展为自动控制。汽车检测诊断技术已发展成为检测诊断控制自动化、数据采集自动化、数据处理自动化、结果输出自动化的综合检测诊断技术，能对汽车进行多项目的检测。目前已研制出来并投入使用的汽车检测诊断设备中，用于发动机检测诊断的主要有发动机无负荷测功仪、发动机综合性能分析仪、电子示波器、点火正时仪、废气分析仪、发动机异响诊断仪、机油快速分析仪、铁谱分析仪、油耗计、气缸漏气量检测仪等；用于底盘检测诊断的主要有制动试验台、侧滑试验台、转向轮定位仪、车速表试验台、灯光检验仪、底盘测功机、车轮动平衡机等。

自诊断技术是伴随着电子技术特别是计算机技术的发展应运而生的。电子技术在汽车上的广泛应用,产生了对汽车电子系统的技术状况进行监控和故障诊断的客观需求;电子技术应用于汽车检测诊断技术中,亦使之具备了监控和检测汽车电子系统的技术可能性。目前,随车诊断已成为故障诊断的重要技术方法,许多轿车具有故障自诊断功能。同时,能够模拟专家思维的故障诊断专家系统,把汽车检测诊断专家的知识移植到检测诊断方法之中,并通过在诊断设备中的运用使之具有诊断复杂故障的能力,使汽车检测诊断技术向新的高度发展。

汽车检测诊断技术也是随着汽车技术的进步和汽车运行条件的改善而不断发展的。随着汽车工业的发展,汽车结构越来越复杂,电子化程度越来越高。电子控制燃油喷射系统、电子控制汽车防抱死制动系统、自动变速器等在汽车上的应用已日趋普遍;高速公路建设对汽车的使用性能,特别是高速行驶下的安全性能提出了更高的要求。这些不但使人工经验检测诊断法难以适应,同时提出了开发新型汽车检测诊断设备的客观需求。

在科学技术高速发展的今天,人类越来越重视自身安全的保障和自然界的生态平衡,可持续发展受到广泛关注。因此,今后汽车检测诊断设备的发展将集中在汽车安全性能、排放性能和汽车新结构的检测诊断方面,并向多功能综合式、自动化及智能化方向发展。同时,测试仪表也将向更加精密和小型化、智能化方向发展,并能随车装设,在工作过程中显示。随着计算机网络技术的普及,汽车检测诊断可实现网络化,可随时得到高水平的“故障诊断专家系统”的指导,可方便地获得关于汽车故障诊断结果和排除方法的有关信息。

虽然汽车检测诊断技术发展很快,但目前的检测诊断仪器设备还只能检测诊断汽车的部分性能和故障。某些总成如离合器、变速器、差速器、主传动等的故障诊断,目前还缺乏方便、实用的仪器设备可以利用;汽车的外观检查,如车体是否周正,车身和驾驶室钣金件是否开裂、变形,油漆是否脱落、锈蚀,甚至一些能引起重大事故的部位的缺陷,如转向横拉杆、直拉杆球头松旷,传动轴和车轮螺栓松动等,都离不开人工经验检查。因此,人工经验检测诊断法虽有一定的局限性,但在某些方面仍是利用仪器设备检测诊断所不能代替的。但随着汽车检测诊断技术的发展,利用汽车检测诊断设备和自诊断、故障诊断专家系统检测诊断汽车的技术状况和故障,必将成为汽车检测诊断的主流。

第二节 汽车技术状况及汽车故障的形成

在汽车运用过程中,由于汽车本身缺陷、外界运用条件等多种因素的影响,汽车技术状况不断发生变化。随着汽车行驶里程的增加,故障率将增大。汽车检测诊断的目的是为了确定汽车技术状况,查找故障或者异常,并在此基础上,通

过及时维护和修理,保障汽车安全、经济、可靠地工作。因此,汽车检测诊断的基础之一是对引起汽车技术状况变化及故障的主要原因有所了解,并掌握科学的检测诊断分析方法。

一、汽车的技术状况

汽车的技术状况是指定量测得的、表征某一时刻汽车的外观和性能的参数值的总和。

在汽车使用过程中,汽车内部零件之间、零件与工作介质和工作产物之间、汽车与外部环境之间均存在着相互作用,其结果是汽车零件在机械负荷、热负荷和化学腐蚀作用下,引起零件磨损、发热、腐蚀等一系列物理的和化学的变化,使零件尺寸、零件装配位置、配合间隙、表面质量等发生改变。如发动机气缸活塞组的尺寸、曲柄连杆机构的尺寸、制动器制动蹄片的尺寸、制动蹄与鼓的间隙等,在汽车使用过程中时刻都在发生着变化。汽车是由机构、总成组成的,而机构和总成又由零件组成,所以零件是汽车的基本组成单元。零件性能下降后,汽车的技术状况将受到影响,因此汽车技术状况的变化取决于组成零件的综合性能。

随着汽车行驶里程的增加,汽车的技术状况将逐渐变坏,致使汽车的动力性下降、经济性变坏、使用方便性下降、行驶安全性和使用可靠性改变,直至最后达到使用极限。

二、汽车故障及其主要类型

某装置或机构发生故障,是指其功能的丧失或性能的降低。如:发动机轴瓦烧损和拉缸属于功能立即丧失的破坏性故障,而汽车制动距离超标则属于性能降低的故障。

从存在形式和发生过程分析,汽车故障具有多种类型。

(1) 间断性故障和永久性故障 按照故障存在时间可分为间断性故障和永久性故障。顾名思义,间断性故障只是在引发其发生的原因短期存在的条件下才显现,而永久性故障则只有在更换某些零部件后才能使其得以排除。如:供油系统气阻使供油中断而造成的功能丧失为间断性故障,因为气阻由于供油系统温度过高而产生,冷却后气阻自然消失,供油功能就得以恢复;发动机拉缸造成的功能丧失则须在更换缸套、活塞、活塞环并排除引起拉缸的原因后才能恢复,因此属于永久性故障。

(2) 突发性故障和渐发性故障 按照故障发生快慢可分为突发性故障和渐发性故障。突发性故障指发生前无任何征兆的故障,一般不能通过检测诊断来预测,其特点是故障的发生有偶然性;渐发性故障则是由于零件磨损、疲劳、变形、腐蚀、老化等原因使技术状况劣化而引起,常对应有一个逐渐发展的过程,因此能够通过早期检测诊断来预测。如:车轮掉入坑中使钢板弹簧折断具有突发

性质，而由于气缸磨损引起的敲缸则是渐发的。

(3) 功能故障和潜在故障 按照故障是否显现可分为功能故障和潜在故障。导致功能丧失或性能降低的故障为功能故障；正在逐渐发展但尚未对功能产生影响的故障属潜在故障。如：汽车前轴和传动轴裂纹，当未扩展到极限程度时，为潜在故障。值得重视的是，潜在故障一旦对功能产生影响，常常具有突发性，因此对汽车的安全行驶极其不利。

汽车检测诊断技术面对的主要是渐发性、永久性的功能故障或潜在故障。

三、汽车故障形成及技术状况变化的基本原因

汽车故障形成的内因是零件失效，外因是运行条件。在汽车运行过程中，汽车的零部件之间，工作介质、燃油及燃烧产物与相应零部件之间，均存在相互作用，从而引起零部件受力、发热、变形、磨损、腐蚀等，使汽车在整个使用寿命期内，故障率由低到高，技术状况由好变坏。外界环境（如道路、气候、季节等）和使用强度（如车速、载荷等）通过对上述相互作用过程的影响，而成为汽车故障发生和技术状况变化的重要因素。

1. 磨损

磨损是汽车零件损坏的主要原因，也是汽车故障形成和技术状况变化的主要原因。

磨损是指由于摩擦而使零件表面物质不断损失的现象，是摩擦副相互作用——摩擦的结果。根据表面物质损失的机理，磨损分为以下四类：

(1) 粘着磨损 粘着磨损是指相互作用的摩擦副间产生表面物质撕脱和转移的磨损。

粘着磨损易发生在承受载荷大、滑动速度高、润滑条件差的摩擦表面。此时，摩擦副间产生大量热，使表面温度升高并形成局部热点，塑性变形增大，材料强度降低。这又使得摩擦副间的润滑油膜遭到破坏，进一步加剧了摩擦过程，表面温度进一步上升。如此逐渐恶化，最终形成局部热点间的“点焊”现象。“点焊”部位由于相互运动再被撕开，从而形成表面物质的撕脱和从一个摩擦表面到另一个摩擦表面的转移。

粘着磨损是破坏性极强的磨损，粘着磨损一旦发生，便能在很短时间内对零件表面造成严重损坏，从而使相应机构的功能立即丧失。在汽车零件中，产生粘着磨损的典型实例是“拉缸”和“烧瓦”。汽车主传动器缺少润滑油时，其锥齿轮轮齿啮合齿面也很容易产生粘着磨损。

在汽车使用过程中，应注意避免粘着磨损的发生。粘着磨损的产生除与零件材料的塑性和配合表面的粗糙度有关外，还与工作条件（如工作温度、压力、摩擦速度）和润滑条件有关。因此，在汽车工作过程中，要设法改善上述条件特别是润滑条件，防止粘着磨损的发生。

(2) 磨料磨损 磨料磨损是指由夹在摩擦副间微粒的作用下产生的磨损。微粒通常是坚硬、锐利的颗粒物质，当其存在于相互运动着的摩擦表面间时，可研磨并刮伤摩擦表面，破坏润滑油膜，从而使零件磨损速度加快。

磨料主要是来自外界空气中的尘土、油料中的杂质、零件表面的磨屑及燃烧积炭。因此，避免油料（燃油、润滑油）污染，保持“三滤”（空气滤清器、机油滤清器、燃油滤清器）技术状况良好，可大大减轻磨料磨损。

易于发生磨料磨损的部位主要有气缸壁、曲轴颈、凸轮轴凸轮表面、气门挺杆等。

(3) 表面疲劳磨损 表面疲劳磨损是指在摩擦面间接应力反复作用下，因表面材料疲劳而产生物质损失的现象。

在交变载荷作用下，摩擦表面产生塑性变形和裂纹并逐渐积累、扩展，润滑油渗入裂纹，而在交变压力下产生的楔入作用进一步加剧了裂纹形成过程，使之加深、扩展，从而导致表面材料剥落。

汽车上的齿轮、滚动轴承、凸轮等，在经过一定使用时间后，摩擦面所产生的麻点或凹坑均是表面疲劳磨损的典型例子。

(4) 腐蚀磨损 腐蚀磨损是指在腐蚀和摩擦共同作用下导致零件表面物质损失的现象。

在腐蚀介质作用下，零件表面产生腐蚀产物。由于摩擦的存在，腐蚀产物被磨掉，腐蚀介质又接触到未被腐蚀的金属，再次产生新的腐蚀产物，使腐蚀向深处发展。腐蚀产物的不断生成和磨去，使摩擦表面产生了物质损失。

实际上，任何摩擦副都存在腐蚀磨损，其磨损速度主要受腐蚀介质影响，见图 1-1。

2. 变形和断裂

零件尺寸和形状改变的现象称为变形，断裂则指零件的完全破裂。变形和断裂均是零件的应力超过材料极限应力的结果。超过屈服点，零件中产生永久变形；超过强度极限，零件则发生断裂。

零件变形，特别是基础件变形，改变了与相关零件的配合关系，对机构的功能有很大影响。

试验表明，由于发动机缸体变形使气缸轴线对曲轴轴线的垂直度在 200mm 长度上从 0.05mm 增大到 0.18mm 时，气缸磨损增大 30%。断裂则导致功能的丧失。

(1) 变形 从零件应力的来源看，产生变形的原因为工作应力、内应力和

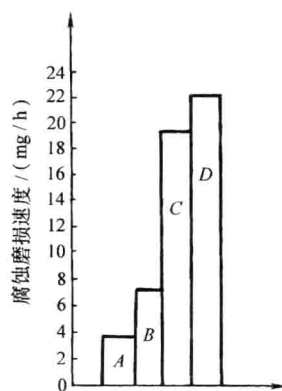


图 1-1 不同腐蚀介质中钢的腐蚀磨损速度

A—N₂ B—20% H₂O C—0.7% SO₂
D—0.7% SO₂ + 20% H₂O