

责任编辑：徐君慧
封面设计：唐滔设计

“互联网+”新形态立体化教材·汽车类专业系列教材

汽车概论

汽车文化

汽车机械基础

汽车机械制图

汽车底盘构造与维修（第2版）

汽车底盘机械系统检修（第2版）

汽车底盘电控系统检修

汽车发动机电子控制技术

汽车发动机构造与维修

汽车发动机机械系统检修

汽车发动机电控系统检修

汽车自动变速器结构与检修（第2版）

汽车空调结构原理与检修

汽车车身制造技术

汽车构造与拆装

汽车电控技术

汽车电工电子技术

汽车电气系统检修

汽车电气设备及其电路检修

汽车检测技术

汽车故障诊断与维修

汽车故障诊断技术（第2版）

汽车维护与保养（第2版）

汽车美容与装饰（第2版）

汽车保险与理赔（第2版）

汽车故障诊断与维修

张秋华 韩玉科 王建 主编

中国科学技术出版社

职业教育国家在线精品课程配套教材
“互联网+”新形态立体化教材·汽车类专业系列教材
王爱国 总主编

汽车故障诊断与维修

张秋华 韩玉科 王建 主编

教材
附赠

微课视频
课程标准
电子课件



读科学 得真知
科学普及出版社漫漫读微信号



定价：56.00元

中国科学技术出版社
CHINA SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

职业教育国家在线精品课程配套教材

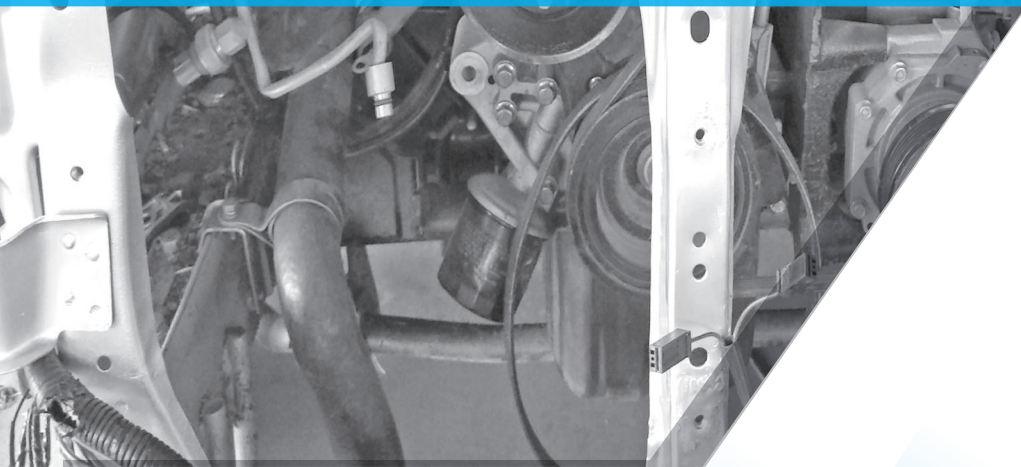
“互联网+”新形态立体化教材·汽车类专业系列教材

王爱国 总主编



汽车故障诊断与维修

张秋华 韩玉科 王 建 主编



中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目（C I P）数据

汽车故障诊断与维修 / 张秋华, 韩玉科, 王建主编

. — 北京 : 中国科学技术出版社, 2024. 6

“互联网+” 新形态立体化教材. 汽车类专业系列教材 /
王爱国总主编

ISBN 978-7-5236-0737-4

I. ①汽… II. ①张… ②韩… ③王… III. ①汽车—
故障诊断—教材②汽车—车辆修理—教材 IV.
①U472. 4

中国国家版本馆 CIP 数据核字 (2024) 第 093780 号

策划编辑 王晓义
责任编辑 徐君慧
封面设计 唐韵文化
正文设计 梧桐影
责任校对 焦 宁
责任印制 徐 飞

出 版 中国科学技术出版社
发 行 中国科学技术出版社有限公司
地 址 北京市海淀区中关村南大街 16 号
邮 编 100081
发行电话 010-62173865
传 真 010-62173081
投稿电话 010-63581202
网 址 <http://www.cspbooks.com.cn>

开 本 889mm × 1194mm 1/16
字 数 483 千字
印 张 16.5
版 次 2024 年 6 月第 1 版
印 次 2024 年 6 月第 1 次印刷
印 刷 北京荣玉印刷有限公司
书 号 ISBN 978-7-5236-0737-4 / U · 111
定 价 56.00 元

(凡购买本社图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 本社销售中心负责调换)

编写委员会

主 编 张秋华 韩玉科 王 建

副主编 段 伟 韩小伟 苏 磊

吴毅慧 黄鹏飞 左迎春

何 勇

在线课程学习指南

本书配套职业教育国家在线精品课程“汽车故障诊断与维修”。读者可通过以下方式在线自主学习。

1. 登录 e 会学（安徽智慧教育平台）

进入 e 会学网页界面，在搜索栏输入“汽车故障诊断与维修”，单击搜索。



2. 加入课程

单击搜索后出现的“汽车故障诊断与维修”（张秋华主讲）课程界面，进入课程详情界面。选择对应开课周期，单击“加入课程”即可开始学习。



前言 | FOREWORD

二十大报告指出,“从现在起,中国共产党的中心任务就是团结带领全国各族人民全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标,以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。”中国式现代化的本质要求之一就是实现高质量发展,这也是全面建设社会主义现代化国家的首要任务。社会主义的现代化,离不开汽车产业的现代化。汽车工业作为国民经济的支柱产业,不仅带动了国民经济的增长,也促进了其他行业的繁荣。当前,汽车技术更新越来越快,汽车产品的科技含量也迅速提高。随着汽车保有量的不断攀升,社会对汽车相关人才的需求,尤其是汽车维修专业人才的需求与日俱增。根据国家对职业教育提出的发展要求,为向我国汽车维修专业职业教育提供更加丰富和多样化的课程资源,提升国内职业院校汽车维修专业教学水平,提高职业院校学生就业质量,我们编写了本书。

“汽车故障诊断与维修”是汽车类专业的核心课程,为适应课程教学及理实一体化教学改革的需要,本书的编写以工作过程为导向,以工作任务为载体,注重工作过程系统化教学;各学习情境结合常见车型的典型任务进行分析讲解,注重培养学生的动手能力和故障诊断与排除能力,同时培养学生的学习方法和学习能力,为学生的可持续发展打下良好的基础。

本书按照汽车类人才培养目标要求编写,突出了实用性和针对性,体现了汽车行业发展的新技术、新工艺、新方法。本书融入课程思政元素,贯彻基于工作过程系统化的课程开发原则,以高技能人才综合职业能力培养为主线,以项目为导向、以任务为引领安排教学内容。每个项目均采用故障实际案例、任务导入的方式来激发学生的兴趣和对知识的渴望;通过拓展提升板块对学生进行可持续发展的能力培养;通过任务准备、任务实施、任务总结、任务练习4个板块促进学生对所学知识的巩固及实现职业能力迁移的培养目的。

本书特点如下。

(1) 理论实际结合,紧贴工作岗位。本书通过理论学习及反复操作来实现学校教学与企业实际工作之间的无缝衔接,在体现职业教育特征的同时,以实用为原则,理论介绍大多以当前主流车型为主,实训项目则大多来自维修车间并涵盖维修企业主要工作。课程的设计与当前汽车维修企业实际的工作内容紧密结合,并以汽车维修操作流程为标准,要求每位学生能够独立、规范地完成相关工作,以培养学生扎实的操作技能和良好的职业素养。接受培训的学员通过学习本课程,可掌握当代主流汽车产品的标准维护作业技能及基本维修作业能力。

(2) 整体架构合理,编排方式新颖。全书共包含7个项目,27个任务单元,主要内容包括汽车故障诊断及维修概述、发动机故障诊断与维修、底盘故障诊断与维修、自动变速器故障诊断与维修、车身电气系统故障诊断与维修、仪表/娱乐/舒适系统故障诊断与维修、驾驶辅助和安全系统故障诊断与维修,从简单到复杂,以故障排除任务为主线,系统地对汽车故障诊断与维修进行了较全面的介绍。理论教学强调维修方法和规范操作,任务实施在设计上充分考虑学校师资水平及教学条件,每个任务实施都给出了安全注意事项、技术要求和标准、实训设备器材、实训工位安排等具体内容,便于学生在动手操作的同时掌握相关操作要点及规范,养成规范化操作的习惯。

(3) 校企二元合作,岗课赛证融通。本书邀请全国技术能手、安徽省省级技能大师加入编写团队,体现校企二元开发。融入1+X汽车运用与维修职业资格等级证书内容,制作任务工单;融入技能大赛迈腾车型内容,制作任务工单,即本书任务工单由1+X证书任务工单和技能

大赛任务工单组成，体现书证融通、赛教结合。

（4）立体数字形态，配套资源丰富。本书具体的任务点配有相关知识讲解视频和技能操作视频（可通过扫描二维码进行学习），力图打造立体化、数字化新形态教材，同时每个知识点匹配相应的真实故障案例，突出理论联系实际。本书每个项目都配有电子教案、习题答案等，配套资源完整，有需要者可发送邮件至 2393867076@qq.com 获取资源。

（5）融入思政元素，落实立德树人。本书提供 27 个思政小故事，体现课程思政，立体化育人。

全课程总学时为 90 学时，建议采用理实一体化的教学模式进行授课。各项目的学时分配表如下所示，仅供参考。

项目	授课内容	教学内容		建议学时	
项目一	汽车故障诊断及维修概述	任务一	汽车故障诊断基础	2	4
		任务二	汽车维修基础	2	
项目二	发动机故障诊断与维修	任务一	发动机机械故障诊断与维修	4	16
		任务二	发动机电控燃油喷射系统故障诊断与维修	4	
		任务三	发动机起动系统故障检修	2	
		任务四	发动机异响的诊断与维修	2	
		任务五	发动机系统常见故障诊断与维修	4	
项目三	底盘故障诊断与维修	任务一	行驶系统的故障诊断与维修	4	16
		任务二	转向系统的故障诊断与维修	4	
		任务三	制动系统的故障诊断与维修	4	
		任务四	减振器和悬架系统的故障诊断与维修	4	
项目四	自动变速器故障诊断与维修	任务一	自动变速器的故障诊断基础	2	10
		任务二	液力变矩器检修	4	
		任务三	自动变速器基本检查保养与检修	4	
项目五	车身电气系统故障诊断与维修	任务一	电源系统故障检修	4	16
		任务二	照明系统故障检修	4	
		任务三	雨刮洗涤系统故障检修	2	
		任务四	电动座椅系统故障检修	2	
		任务五	防盗系统故障检修	4	
项目六	仪表、娱乐、舒适系统故障诊断与维修	任务一	仪表系统故障诊断与检修	4	12
		任务二	娱乐系统故障诊断与检修	4	
		任务三	空调系统故障检修	4	
项目七	驾驶辅助和安全系统故障诊断与维修	任务一	加强型主动安全系统检修	4	16
		任务二	自动泊车系统检修	2	
		任务三	盲区监测系统检修	2	
		任务四	胎压监测系统检修	4	
		任务五	安全气囊系统检修	4	
学时合计				90	

本书适用于高等职业院校汽车类专业学生、汽车维修企业人员，还可供广大社会学习者学习参考使用。

本书在编写过程中得到了安徽省技能大师工作室左迎春、长安福禧（芜湖福禧 4S 店）技术总监何勇、芜湖宏祺汽车销售服务有限公司技术经理徐翔等技术专家的大力支持和帮助，在此表示衷心感谢！

本书涉及汽车技术范围较广，内容较深，加之汽车技术发展迅速，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者批评、指正。

 项目一 汽车故障诊断及维修概述	1
任务一 汽车故障诊断基础	2
一、汽车故障	2
二、汽车故障诊断	3
三、汽车故障产生的原因	4
四、汽车零件的磨损规律	8
五、汽车故障的变化规律	9
任务二 汽车维修基础	10
一、汽车维护制度及工艺	11
二、汽车修理制度及工艺	17
三、汽车零件检测基础知识	20
  项目二 发动机故障诊断与维修	 29
任务一 发动机机械故障诊断与维修	30
一、发动机尾烟检查	31
二、发动机失火检查	31
三、静态气缸压力检测	33
四、动态气缸压力检测	35
五、气缸泄漏检测	35
六、排气系统检查	36
七、真空检测	37
任务二 发动机电控燃油喷射系统故障诊断与维修	39
一、电控燃油喷射系统概述	40
二、电控燃油喷射系统组成和分类	40
三、电控燃油喷射系统故障诊断	44
任务三 发动机起动系统故障检修	49
一、起动系统概述	49
二、起动机	50
三、起动系统的组成和控制方式	53
四、起动系统故障诊断	57

任务四 发动机异响的诊断与维修 64

- 一、发动机异响 64
- 二、影响发动机异响的主要因素 66
- 三、典型异响原因分析 67
- 四、发动机常见异响的故障诊断 68

任务五 发动机系统常见故障诊断与维修 74

- 一、发动机温度异常 75
- 二、发动机机油压力异常 78
- 三、发动机动力不足 80
- 四、发动机怠速不良 81

项目三 底盘故障诊断与维修 85

任务一 行驶系统的故障诊断与维修 86

- 一、行驶系统概述 86
- 二、车桥的检修 87
- 三、车轮的检修 88
- 四、车架的检修 90
- 五、车轮定位的检查和调整 91

任务二 转向系统的故障诊断与维修 95

- 一、转向系统概述 96
- 二、机械转向系统的检修 96
- 三、液压动力转向系统检修 98
- 四、电控动力转向系统检修 99

任务三 制动系统的故障诊断与维修 103

- 一、制动系统概述 104
- 二、车轮制动器的检修 104
- 三、驻车制动器的调整 107
- 四、ABS 故障诊断与排除 108

任务四 减振器和悬架系统的故障诊断与维修 120

- 一、悬架系统概述 121
- 二、减振器的检修 121
- 三、普通悬架的故障诊断与排除 122
- 四、电子控制悬架系统的检修 125

 项目四 自动变速器故障诊断与维修	131
任务一 自动变速器的故障诊断基础	132
一、自动变速器概述	132
二、自动变速器的基本组成	133
三、行星齿轮变速器	135
四、自动变速器换挡执行机构	138
五、拉维娜式行星齿轮变速器	139
任务二 液力变矩器检修	142
一、自动变速器液压系统综述	143
二、液力变矩器的功用和组成	143
三、液压控制系统	148
四、液压控制系统主要元件	150
五、液力变矩器的检修	167
任务三 自动变速器基本检查保养与检修	170
一、自动变速器基本保养	171
二、自动变速器基本维护	172
三、自动变速器的基本检修	172
  项目五 车身电气系统故障诊断与维修	 179
任务一 电源系统故障检修	180
一、蓄电池	181
二、发电机	183
三、电源系统故障	185
任务二 照明系统故障检修	188
一、照明系统分类	189
二、照明系统故障分析	190
任务三 雨刮洗涤系统故障检修	192
一、雨刮系统的结构	193
二、雨刮系统的基本要求	193
三、雨刮系统故障分析	193

任务四 电动座椅系统故障检修 194

- 一、电动座椅系统工作原理 195
- 二、电动座椅系统主要功能 195
- 三、电动座椅系统的主要故障及排除 195

任务五 防盗系统故障检修 197

- 一、钥匙控制式防盗系统 198
- 二、电子防盗系统 198
- 三、汽车防盗系统常见故障分析 199

项目六 仪表、娱乐、舒适系统故障诊断与维修 201

任务一 仪表系统故障诊断与检修 202

- 一、仪表系统概述 203
- 二、仪表的分类 203
- 三、仪表系统故障检修 203

任务二 娱乐系统故障诊断与检修 204

- 一、娱乐系统概述 205
- 二、收音机系统 205
- 三、音响系统 206
- 四、娱乐系统控制模块的功能与元件 206
- 五、娱乐系统故障检修 208

任务三 空调系统故障检修 209

- 一、空调系统概述 209
- 二、空调维修工具与设备 217
- 三、空调系统常见故障及检修 218

项目七 驾驶辅助和安全系统故障诊断与维修 221

任务一 加强型主动安全系统检修 222

- 一、车辆安全系统概述 222
- 二、自适应巡航控制系统功能 223
- 三、自适应巡航控制系统组成和工作原理 224
- 四、自适应巡航控制系统检修 228

任务二 自动泊车系统检修	230
一、自动泊车系统概述	230
二、自动泊车系统的组成和工作原理	232
三、自动泊车流程	234
任务三 盲区监测系统检修	236
一、盲区监测系统概述	237
二、盲区监测系统的定义及功能	237
三、盲区监测系统组成和工作原理	238
任务四 胎压监测系统检修	239
一、胎压监测系统的作用	240
二、胎压监测系统的分类及工作原理	240
三、胎压监测系统常见故障分析	243
任务五 安全气囊系统检修	245
一、安全气囊的作用	246
二、安全气囊系统组成与原理	246
三、安全气囊系统故障检测及拆装注意事项	250
 参考文献	252

项目一

汽车故障诊断 及维修概述

项目概述

汽车故障诊断是指在整车不解体情况下，确定汽车技术状况，查明故障原因和故障部位的汽车应用技术，是汽车故障诊断技术和检测技术的统称。

在汽车的使用过程中，由于某一种或几种原因的影响，技术状况将随行驶里程的增加而变化，动力性、经济性、可靠性、安全性逐渐或迅速地下降，排气污染和噪声加剧，故障率增加。这不仅对汽车的运行安全、运行消耗、运输效率、运输成本及环境造成极大的影响，甚至还直接影响到汽车的使用寿命。因而研究汽车故障的变化规律，定期检测汽车的使用性能，及时而准确地诊断出故障部位并排除故障就成为汽车使用技术的一项重要内容，而汽车故障诊断则是汽车使用技术的中心环节，是保障汽车使用寿命的关键。

任务一

汽车故障诊断基础

任务目标

1. 知识目标

- (1) 了解汽车故障的定义；
- (2) 了解汽车故障诊断和分析方法；
- (3) 熟悉汽车故障的分类方法；
- (4) 熟悉汽车故障的变化规律；
- (5) 掌握汽车故障产生的原因。



汽车常见故障现象

2. 技能目标

- (1) 能进行简单故障的分析；
- (2) 能分析简单故障产生的原因。



汽车故障诊断策略

3. 素质目标

- (1) 培养学生工程应用的能力；
- (2) 培养学生理论联系实际分析问题的能力；
- (3) 加强学生的社会主义职业道德修养及规范职业行为；
- (4) 积极培育和践行社会主义核心价值观。

任务导入

驾驶员感到轿车动力不足。维修人员根据客户的描述，选择使用汽车诊断仪对汽车故障进行诊断，且通过查阅维修手册确定故障类型，确认维修作业项目。

思考问题：汽车的故障是如何形成的呢？

任务准备



一、汽车故障

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象，实质是汽车零件本身或零件之间的配合状态发生了异常变化。

汽车故障的分类多种多样，常见的故障分类方法如下。

(1) 按汽车丧失工作能力的程度,故障可分为局部故障和完全故障。局部故障是指汽车部分丧失了工作能力,降低了使用性能的故障。完全故障是指汽车完全丧失工作能力,不能行驶的故障。

(2) 按故障发生的后果,故障可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障。轻微故障不会导致停驶,暂不影响正常行驶,故障排除时不需要更换零件,可用随车工具在很短时间内排除。一般故障不会导致主要零部件损坏,虽未造成停驶,但已影响汽车的正常行驶,可在短时间内用随车工具通过调整或更换低值易耗件进行修复。严重故障导致整车性能严重下降,主要零部件损坏,且不能用随车工具在短时间内修复。致命故障造成汽车重大损坏,主要总成报废,还可能导致人身伤亡。

(3) 按故障发生的性质,故障可分为自然故障和人为故障。自然故障是在汽车使用期内,由于内、外部不可抗拒的自然因素的影响而产生的故障。人为故障是在汽车制造和维修中,由于使用了不合格的零件或违反了装配技术要求,或在使用中没有遵守使用条件和操作工艺规程及运输、保管不当等人为因素所造成的故障。

(4) 按故障发生的速度,故障可分为突发性故障和渐进性故障。突发性故障是指零件在损坏前没有可以察觉到的征兆,故障是瞬间产生的,具有偶然性和突发性,一般不受运行时间的影响,难以预测。但这种故障容易排除,通常不影响汽车的使用寿命。渐进性故障是由于汽车某些零件的初始参数逐渐恶化,参数值超出允许范围而引起的故障。其故障率与运行时间有关,在汽车有效寿命的后期才明显地表现出来。渐进性故障是汽车需进行大修的标志,通过诊断和检测,可以预测故障发生的时间。

(5) 按故障表现的稳定程度,故障可分为持续性故障和间歇性故障。持续性故障的症状稳定,故障规律明显,故障部位技术状况稳定,一般较易诊断和排除。间歇性故障时有时无,具有突发性,且无明显规律可循,故障部位的技术状况发生不规则的变化。

(6) 按故障显现程度,故障可分为可见性故障和潜在性故障。可见性故障是已经导致汽车功能丧失或性能下降的故障。潜在性故障是逐渐发展尚未对汽车性能产生影响的故障。



二、汽车故障诊断

汽车故障诊断是指在不解体(或仅拆下个别小零件)的情况下,确定汽车的技术状况,查明故障部位及故障原因的汽车应用技术。

(一) 汽车故障诊断方法

汽车技术状况的诊断是通过检查、测量、分析、判断等一系列活动完成的,基本方法主要分为人工经验诊断法和现代仪器设备诊断法。

1. 人工经验诊断法

人工经验诊断法指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的情况下,依靠直观的感觉印象,借助简单工具和仪表,采用眼观、耳听、手摸、鼻闻等手段,进行检查、试验、分析,确定汽车的技术状况,查明故障原因和故障部位的诊断方法。这种方法简单实用,不需要专用仪器设备,投资少,见效快,但对复杂故障诊断速度慢、准确性差,不能进行定量分析,需要诊断人员有较高的技术水平和丰富的实践经验。

2. 现代仪器设备诊断法

现代仪器设备诊断法指在汽车不解体的情况下,利用测试仪器、检测设备和检验工具,检测整车、总成或机构的参数、曲线和波形,为分析、判断汽车技术状况提供定量依据的诊断方法。这种方法检测速度快、准确性高、能定量分析、可实现快速诊断,而且采用计算机控制的现代电子仪器设备能自动分

析、判断、存储并打印出汽车各项性能参数，但投资大、检测成本高。

在实际的故障诊断过程中，上述两种方法往往综合使用，也称为综合诊断法。现代仪器设备诊断法是汽车故障诊断检测技术发展的必然趋势。不过，人工经验诊断法虽然有一定不足，但在相当长的历史时期内仍有十分重要的实用价值。即使现代仪器设备诊断法得以普遍使用，也不能完全脱离人工经验诊断法。现代仪器设备诊断法也是把人脑的分析、判断，通过计算机语言变成了计算机的分析、判断。所以，不能轻视人工经验诊断法，更不能忽视其实用性，只有将二者有机地结合，才能提高故障诊断效率。

（二）汽车故障诊断分析

汽车故障诊断分析就是根据汽车的故障现象，通过检测、分析和推理判断出故障原因和故障部位之所在，清晰的检测思路、缜密的综合分析和逻辑推理是实现快速、准确判断的关键。汽车故障诊断过程中常用故障树分析法和故障诊断流程图进行故障分析。

1. 故障树分析法

将系统故障形成的原因由总体至部分按树枝状逐级细化的分析方法即为故障树分析法。此法是汽车故障诊断最常用的分析方法。故障树分析法又称故障树诊断法，是将汽车的故障现象作为分析目标，找出导致此故障发生的全部直接原因，然后再找出导致下一级故障的全部直接原因，一直追查到那些最基本的、无须再深究细节的原因为止，从而形成反映汽车故障因果关系的树枝状图形——故障树。故障树是对复杂系统进行故障分析的有效方法，目的是通过推理分析判明故障原因和故障部位。

2. 汽车故障诊断流程图

根据汽车故障征兆和技术状况间的逻辑关系，反映汽车故障诊断的综合分析、逻辑推理和判断思路，描述汽车故障诊断的操作顺序和具体方法。从原始故障现象到具体故障部位和原因的顺序框图即为汽车故障诊断流程图。此法是汽车故障诊断过程中检测思路、综合分析、逻辑推理和判断方法最常用的具体表达方式。

在进行具体的故障分析时，较为有效的分析方法是将二者结合起来使用。先绘制出故障树，然后根据汽车故障诊断和维修经验，剔除故障率很小的那些故障原因（视车型和具体故障征兆而定），按照从总体到局部、由表及里、先易后难、层层推进的故障诊断原则，找出汽车故障诊断的最佳操作顺序，阐明具体操作方法，并用流程图的形式表示出来。



三、汽车故障产生的原因

汽车故障形成的内因是零件失效，外因是行驶条件。

在汽车行驶过程中，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、腐蚀等现象，进而造成零件失效。

外界环境（如道路、气候、季节等）和车辆使用强度（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。

汽车故障形成的基本原因包括以下几方面。

（一）磨损

磨损是指由于摩擦而使零件表面物质不断损失的现象，是摩擦副相互作用的结果。磨损是汽车零件损坏的主要原因。根据表面物质损失的机理，磨损分为以下4类。

1. 黏着磨损

表面比较粗糙的零件在滑动摩擦过程中，局部突起点刺破油膜而使接触点在摩擦高温下黏着、再撕裂，使一个零件表面的金属转移到另一个零件表面所引起的磨损，称为黏着磨损。

黏着磨损的磨损量与黏着点撕裂时的剪切位置有关。

如果黏着点的结合强度比摩擦副中任何一方的材料强度都低，则剪断将发生在黏着点的界面处。此时材料的转移极轻微，滑磨面也较平滑，只有轻微的擦伤，此种情况称为外部黏着磨损。汽车发动机中的气缸与活塞环、气门挺杆与凸轮轴凸轮处的润滑油膜遭到破坏时，即可发生这种外部黏着磨损情况。

如果黏着点的结合强度比摩擦副中任何一方的材料强度高，则剪断将发生在材料强度较低的零件内部，此时就必然伴随着金属从一个摩擦表面转移到另一个摩擦表面，且金属的转移量较大，此种情况称为内部黏着磨损。例如，由于发动机过热或配合间隙太小所产生的“烧瓦抱轴”，以及主减速器锥齿轮由于用油不当、调整欠妥而引起的剧烈磨损都是典型的内部黏着磨损。

汽车工作中，轻微的外部黏着磨损允许存在，而内部黏着磨损一般会引起恶性故障，必须尽力避免。

黏着磨损的发生与材料特性、零件表面粗糙度、润滑油、零件运动速度和单位面积上的压力等因素有关。为了减少黏着磨损，在汽车维修中应注意以下问题。

- (1) 保证配合副合理的装配间隙（如气缸与活塞间隙等）。
- (2) 不轻易使用不同材质的汽车配件。
- (3) 旧件修理后应达到规定的表面粗糙度。
- (4) 发生过黏着磨损的旧件修理后不能留有黏着残余。
- (5) 认真做好发动机润滑系与冷却系的维护工作，按规定的润滑油品种进行适时的润滑，并在使用中注意添加或更新润滑油。

2. 磨料磨损

在摩擦表面间，硬质固体颗粒使相对运动的零件表面产生的磨损，称为磨料磨损。这些硬质固体颗粒称为磨料。

汽车各摩擦副之间的磨料主要来自空气中的尘埃、燃油及润滑油中的杂质及黏着磨损脱落的金属颗粒。磨料磨损使两个零件的工作表面出现许多直线槽，它们可以是很轻的擦痕或是很深的沟槽。例如，发动机“拉缸”，这种磨损将会产生严重后果。发动机中易于发生磨料磨损的部位主要有气缸壁、曲轴颈、凸轮轴凸轮表面和气门顶杆等。

磨料磨损是汽车零件最常见的磨损形式。在汽车维修中应做好零件清洁存放，加强零件装配前的清洁工作和密封工作，防止外界磨料进入总成内部。

3. 表面疲劳磨损

两接触面做滚动摩擦或同时带有滑动摩擦的条件下，使材料表面疲劳而产生物质损失的现象叫作表面疲劳磨损，也称点蚀。其特点是由于循环接触应力的作用，首先在表层内产生疲劳裂纹，然后裂纹沿着与表面成锐角的方向发展，达到某一深度后，又越出表面，最后脱离表面，使零件表面形成小坑（麻点）。

表面疲劳磨损是汽车齿轮齿面、滚动轴承滚动体及内外圈滚道表面、凸轮和挺柱接触面等零件的主要失效形式之一。

4. 腐蚀磨损

在摩擦过程中，由于介质的物理、化学作用，腐蚀和磨损的共同作用导致零件产生的表面物质的损失，称为腐蚀磨损。汽车中曲轴轴颈、气缸、活塞销和齿轮黏合表面均易产生腐蚀磨损。

（二）断裂

1. 分类

根据对断口的不同观察方法和断口的形状特征，断裂分类如下。

（1）按零件断裂后的自然表面特征，断裂可分为塑性断裂和脆性断裂。塑性断裂是指零件断裂前发生显著的塑性变形的断裂，断口附近有明显的塑性变形。脆性断裂在断裂前几乎不产生明显的塑性变形而零件内部可能有裂纹，随着裂纹的逐渐扩展突然发生断裂。

（2）按断口的微观特征，断裂可分为晶间断裂和穿晶断裂。晶间断裂的裂纹沿着晶界扩展，多属于脆性断裂。穿晶断裂的裂纹穿过晶粒内部，可以是塑性断裂，也可以是脆性断裂。

（3）按零件断裂前所承受载荷的性质，断裂可分为一次加载断裂和疲劳断裂。一次加载断裂是零件在一次静载荷（缓慢递增的或恒定的载荷）下，或一次冲击能量作用下的断裂。疲劳断裂是零件在较长期交变载荷作用下发生的突然断裂。

2. 减少断裂的措施

为避免汽车零件发生疲劳断裂，在汽车维修工作中应注意以下问题。

- （1）汽车零件机械加工修复时，应保证过渡圆角半径和表面粗糙度达到技术要求。
- （2）在零件拆装和存放过程中，避免零件表面发生擦伤和划痕。
- （3）在维修检验和检查中，对承受交变载荷的零件应进行无损探伤和监测。

（三）变形

机械零件在工作过程中，由于外力的作用而使零件的尺寸和形状发生改变的现象称为变形。变形分弹性变形和塑性变形两种。

1. 弹性变形

弹性变形是指外力去除后能完全恢复的那部分变形。汽车零部件中，通常经过冷校直的零件（如连杆）经一段时间使用后又发生弯曲，这种现象是弹性后效所引起的，所以校直后的零件都应进行退火处理。

2. 塑性变形

塑性变形是指外力去除后不能恢复的那部分变形。金属材料塑性变形后，金属中产生内应力，材料的组织结构和性能将会发生变化，造成金属耐蚀性下降，对零件的性能和使用寿命有很大影响。

汽车零件的变形，特别是各总成基础件，如气缸体、气缸盖、曲轴、变速器壳、前后桥等的变形，将导致各零件正常的配合性质被破坏，润滑条件变差，并产生一定的附加载荷，使零件的磨损加剧，使用寿命降低，甚至导致各零件不能正常运动，失去工作能力。因此，在汽车修理中，对零件的变形问题应引起足够的重视，经常定期检测诊断，发现问题并及时处理。

为减小变形及其对汽车性能的影响，在汽车维修中应注意以下问题。

- （1）一些易变形零件避免在高温下拆卸，如不能在发动机水温较高时拆卸气缸盖及不能在自动变速器温度较高时拆卸液压阀体总成。
- （2）在维修中应严格检验零件的变形情况，特别是气缸体、变速器壳和前后桥等基础件的变形情况。

（四）腐蚀和穴蚀

1. 腐蚀

金属零件的腐蚀是指表面与周围介质起化学或电化学作用而发生的表面破坏现象。腐蚀损伤总是从金属表面开始，然后或快或慢地往里深入，并使表面的外形发生变化，出现不规则形状的凹坑、斑点等

破坏区域。

根据腐蚀机理的不同，腐蚀可分为化学腐蚀、电化学腐蚀和氧化腐蚀等。

(1) 化学腐蚀。金属与外部介质直接发生化学反应，引起零件表面不断腐蚀、脱落而受到破坏的过程称为化学腐蚀。外部介质多数为非电解质溶液，如干燥空气、有机液体、汽油、润滑剂等。

(2) 电化学腐蚀。金属外表面与周围电解质发生电化学作用而有电流产生的腐蚀称为电化学腐蚀。金属在酸、碱、盐溶液及潮湿空气中的腐蚀都属于这类腐蚀。金属与电解质溶液相接触，形成原电池，零件内电极电位较低的部分遭受腐蚀。除上述微观的电化学腐蚀外，还有宏观电化学腐蚀，如汽车电气设备中的铜制接头或螺栓与车身车架的紧固处，与水接触就构成原电池，使车架本身遭受腐蚀；又如铜制节温器与其铝外壳之间的电化学腐蚀，等等。

(3) 氧化腐蚀。金属与空气中的氧或氧化剂起作用，将在金属表面形成氧化膜。这种氧化作用是在没有腐蚀介质存在的条件下进行的。一般条件下，这种氧化膜可以对金属基体起保护作用，防止金属继续氧化。

为避免或减轻腐蚀危害，在汽车维修中一方面应做好汽车的清洁（含干燥）工作，另一方面应对汽车防腐覆盖层的破损部分及时修补。

2. 穴蚀

穴蚀又称气蚀，多发生在零件与液体接触并有相对运动的条件下。液体与零件接触处的局部压力比液体蒸发压力低的情况下将产生气泡，同时溶解在液体中的气体亦可能析出。当气泡流到高压区且高压区压力超过气泡压力时，气泡溃灭并在瞬间产生极大的冲击力和高温。气泡的形成和溃灭的反复作用，使零件表面的材料产生疲劳而逐渐脱落，呈麻点状，随后扩展呈泡沫海绵状。严重穴蚀时，其扩展速度很快。穴蚀是一种比较复杂的物理化学破坏现象，它往往不单纯是机械力所造成的破坏，液体的化学及电化学作用、液体中含有磨料等均可加剧这一破坏过程。

汽车发动机的湿式气缸套外壁、曲轴轴瓦内表面、水泵叶轮表面和外壳内表面及液压转向助力系统中可能产生穴蚀。

为避免或减轻穴蚀危害，在汽车维修中应注意以下问题。

- (1) 选用合格的气缸套，保证缸套的刚度符合技术要求。
- (2) 保证气缸套在缸体内正确的安装位置，控制缸套在缸体内的倾斜偏差。
- (3) 在技术要求许可范围内，尽可能采用小的活塞与缸套的装配间隙。
- (4) 加强冷却系维护，保证冷却液管道通畅，使用合格的冷却液。
- (5) 在液压转向助力器换液压油时，应排净空气。

(五) 其他原因

1. 使用操作不当

驾驶员的操作规程是根据汽车工作条件、工作性质及诸多因素制定的，若违反操作规程，汽车就容易发生故障。如有些驾驶员经常超速、超载，在发动机高转速低挡位或高挡位低转速下行驶，这样的操作使车辆寿命缩短，故障频繁发生。

2. 气温或道路条件恶劣

外界气温过低或过高，都不利于汽车的使用，若驾驶员不采取相应的防范措施，极易使汽车发生故障。气温过低会使润滑油黏度过高、流动性变差，造成零件磨损加剧，使发动机冷起动困难；气温过高容易引起发动机温度过高、汽油机的燃油产生气阻、混合气早燃，同时使润滑油黏度降低，造成润滑不良等。

当汽车在崎岖不平的道路上行驶时，行驶速度多变，变速器换挡次数和离合器的分离接合次数均会增多；同时会引起汽车振动，使悬架等零件受到冲击，两者均会加重零件磨损。

3. 燃油质量和润滑油质量低

选用燃油牌号不当，或燃油的质量不达标，特别是胶质含量、硫含量、机械杂质和水分超标，会造成汽车故障和技术状况变坏。

如汽油发动机选用不符合压缩比要求的低辛烷值汽油，是汽车出现“突突”声、发动机无力、气缸衬垫损坏等故障产生的原因。汽油的蒸发性过强或过弱，直接影响到可燃混合气的形成速度和质量。汽油蒸发性过强，遇到气温过高时，容易形成“气阻”，中断供油；汽油蒸发性过弱，混合气形成速度慢且质量差，使发动机起动困难，或起动后加速缓慢，功率下降。柴油发动机在冬季选用凝固点高的柴油，是供油系统故障以致不能发动的原因。汽油中胶质含量超过规定值，容易造成油路堵塞，在燃烧室中形成积炭。汽油、柴油中含机械杂质和水分，会加速零件磨损、堵塞燃油路、腐蚀零件，冬季还容易使管路中的油冻结。

4. 管理、使用维护不当

新车或大修车不执行走合期规定、不进行走合期保养，装载不合理或超载等，会造成汽车故障。

四、汽车零件的磨损规律

零件的磨损规律是指两个相配合零件的磨损量与汽车行驶里程的关系，又称为零件的磨损特性。汽车零件的磨损特性曲线如图 1-1-1 所示。

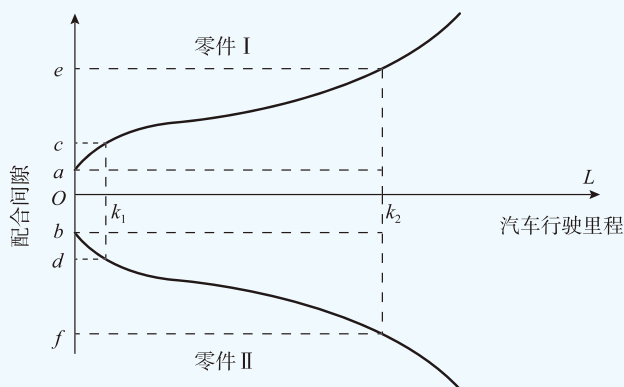


图 1-1-1 汽车零件的磨损特性曲线

零件的磨损可分为以下 3 个阶段。

（一）零件的磨合期

由于零件表面粗糙度的存在，在配合初期，实际接触面积较小，比压极高，所以初期磨损量较大，但随着行驶里程的增加，配合质量不断提高，磨损量的增长速度开始减慢。零件在磨合期的磨损量主要与零件的表面加工质量及磨合期的使用有关。

（二）正常工作期

在正常工作期（ $k_1 k_2$ ），由于零件已经过了初期磨合阶段，零件的表面质量、配合特性均达到最佳状态，润滑条件也得到相应改善，因而磨损量较小，磨损量的增长也比较缓慢，就整个阶段的平均情况来看，其单位行驶里程的磨损量变化不大。零件在正常工作期的磨损属于自然磨损，磨损程度取决于零件

的结构、使用条件和使用情况，合理使用将会使正常工作期相应延长。

(三) 加速磨损期

加速磨损期又称极限磨损期。随着磨损量的不断积累，零件间的配合间隙不断增大，当配合间隙达到极限值时，润滑条件恶化，磨损量急剧增加，若继续使用，将会由自然磨损发展为事故性磨损，造成零件恶性损坏。

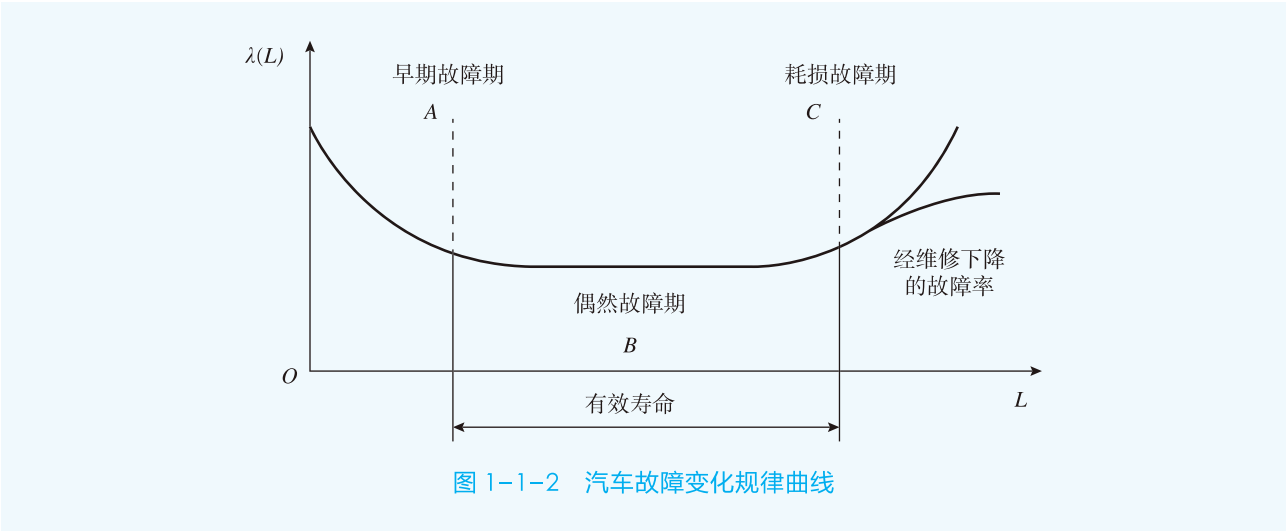
由上述分析可知，要延长零件的使用寿命，应降低磨合期的磨损，减缓正常工作期的磨损，推迟加速磨损期的到来。

五、汽车故障的变化规律

汽车故障的变化规律是指汽车的故障率随行驶里程的变化规律。

汽车故障率是指使用到某行驶里程的汽车，在单位行驶里程内发生故障的概率，也称失效率或故障程度。它是度量汽车可靠性的一个重要参数，体现了汽车在使用中工作能力的丧失程度。

汽车故障的变化规律曲线就是汽车的故障率与行驶里程的关系曲线，也称浴盆曲线，它与汽车零件的磨损特性曲线存在一定的对应关系，如图 1-1-2 所示。



与零件的磨损规律相对应，汽车故障变化规律也分为 3 个阶段。

(一) 早期故障期

早期故障期相当于汽车的磨合期。因初期磨损量较大，所以故障率较高，但随行驶里程增加而逐渐下降。

(二) 偶然故障期

在偶然故障期其故障的产生是随机的，没有一种特定的因素起主导作用，多由于使用操作不当、润滑不良、未正常维护及材料内部隐患、工艺和结构缺陷等偶然因素所致，此阶段又称随机故障期。在此期间，汽车或总成处于最佳状态，故障率低而稳定，其对应的行驶里程一般称为汽车的有效寿命。

(三) 耗损故障期

在耗损故障期，由于零件磨损量急剧增加，大部分零件严重耗损，特别是大多数受交变载荷作用而极易磨损的零件已经老化衰竭，导致故障率急剧上升，出现大量故障，若不及时维修，将导致汽车或总成报废。因此，必须把握好耗损点，制定合适的维修周期。

早期故障期和偶然故障期所对应的行驶里程即为汽车的修理周期或称修理间隔里程。

素养园地

“中国汽车工业泰斗”陈光祖

陈光祖，中国汽车行业资深老专家，是中国汽车产业发展的见证者和亲历者。陈光祖早年曾在中国第一汽车集团有限公司工作，并担任过中国汽车零部件工业有限公司副总经理、美国华鼎汽车技术贸易公司总裁、中国汽车工业咨询发展公司总经理、中国汽车工业咨询委员会秘书长、北京市政府顾问，为汽车行业泰斗级人物。

陈光祖说：“进入 21 世纪，国际汽车产业一个重大特点是一个‘变’字，这当然包括中国汽车产业，就是说国际汽车产业正处在一个历史上从未有过的重大变革年代，正引发着新一轮的汽车产业革命……”

任务二

汽车维修基础

任务目标

1. 知识目标

- (1) 了解现行汽车维修制度；
- (2) 了解汽车维修工艺过程；
- (3) 掌握汽车零件的检测方法。

2. 技能目标

- (1) 能熟练使用汽车零件检验的常用量具；
- (2) 能根据检测结果正确处理汽车零件。

3. 素质目标

- (1) 培养学生工程应用的能力；
- (2) 培养学生理论联系实际分析问题的能力；
- (3) 加强学生的社会主义职业道德修养；
- (4) 积极培育和践行社会主义核心价值观；
- (5) 能根据环保要求，正确处理对环境 and 人体有害的辅料、废弃液体和损坏零部件。



平面度误差测量方法



汽车诊断与维修设备的使用

任务导入

目前，我国汽车维修行业主要采用的维修制度是以预防为主。这一制度可以保证汽车的保养常规化、定期化。不过，这一制度还会存在一些问题。在现有的维修制度中，主要以磨损规律作为维修的唯一标准，这样就会导致一些非机械磨损出现的故障无法得到进一步判定，使得故障判断不够准确。尽管许多汽车可以因定期保养和日常保养而获得更加长的使用时间，但也还是存在过度维修的情况，出现资源浪费。一些重要设备的维修并没有得到重视，缺乏与之相对应的维修制度，这样就会影响到维修效率的提升。

思考问题：如何避免汽车维修过程中的资源浪费？

任务准备

一、汽车维护制度及工艺

汽车维护是定期对汽车的各部分进行检查、清洁、润滑、紧固、补给、调整或更换某些零件所进行的一些日常工作，目的在于保持车容整洁和消除故障隐患，防止车辆早期损坏。

（一）汽车维护作业内容

汽车维护作业内容包括清洁、检查、润滑、紧固、补给、调整等，除主要总成发生故障外，不对汽车进行解体。

汽车维护必须贯彻“预防为主，强制维护”的原则，汽车维护按照不同时期的使用特点分为常规性维护、季节性维护和走合期维护，常规性维护又分为日常维护、一级维护及二级维护。

1. 日常维护

日常维护为日常性作业，由驾驶员负责执行。作业主要包括清洁、补给和安全检查，做到坚持三检（出车前、行驶中、收车回场检查），保持四清（机油滤清器、空气滤清器、燃油滤清器和蓄电池清洁）和防止四漏（漏水、漏气、漏油、漏电）以及保持车容整洁。

2. 一级维护

一级维护由专业维修工负责执行。作业主要内容除日常维护作业内容外，以润滑、紧固为主，并检查有关制动、操纵等安全部件。一级维护作业内容如表 1-2-1 所示。

表 1-2-1 一级维护作业内容

序号	项 目	作业内容	技术要求
1	点火系统	检测、调整	工作正常
2	发动机空气滤清器、空压机、曲轴箱通风装置、机油滤清器和燃油滤清器	清洁和更换	各滤芯清洁无破损，上下衬垫无残缺，密封良好；滤清器应清洁，安装牢固
3	曲轴箱油面、冷却液液面、制动液液面	检查	符合规定
4	曲轴箱通风装置、三元催化装置	外观检查	齐全、无损坏

续表

序号	项 目	作业内容	技术要求
5	散热器、油底壳、发动机前后支垫、水泵、空压机、进排气歧管、输油泵、喷油泵连接螺栓	检查校紧	各连接部位螺栓、螺母应紧固，锁销、垫圈及胶垫应完好有效
6	空压机、发电机、空调压缩机传动带	检查传动带磨损、老化程度，调整传动带松紧度	符合规定
7	转向器	检查转向器、转向助力泵油罐液面及密封状况，润滑万向节十字轴、横直拉杆、球头销、转向节等部位	符合规定
8	离合器	检查调整离合器	操纵机构应灵敏可靠，踏板自由行程应符合规定
9	变速器、差速器	检查变速器、差速器液面及密封状况，润滑传动轴、万向节十字轴、中间轴承，校紧各部位连接螺栓，清洁各通气螺塞	符合规定
10	制动系	检查紧固各制动管路接头，检查调整制动踏板自由行程	制动管路接头应不漏气，支架螺栓紧固可靠，制动联动机构应灵敏可靠，储气筒无积水，制动踏板自由行程符合规定
11	车架、车身及各附件	检查、紧固	各部位螺栓及拖钩、挂钩应紧固可靠，无裂损、无窜动、齐全有效
12	轮胎	检查轮辋及压条挡圈，检查轮胎气压（包括备胎）并视情况补气；检查轮毂轴承间隙	轮辋及压条挡圈应无裂损、变形，轮胎气压符合规定，气门嘴帽齐全；轮毂轴承间隙无明显松动
13	悬架机构	检查	无损坏，连接可靠
14	蓄电池	检查	电解液液面高度应符合规定，通气孔畅通，电极夹头清洁、牢固
15	灯光、仪表、信号装置	检查	齐全有效，安装牢固
16	全车润滑点	润滑	各润滑嘴安装正确，齐全有效
17	全车	检查	全车不漏油、不漏水、不漏气，各种防尘罩齐全有效

注：技术要求栏中的“符合规定”指符合实际使用中的有关规定。

3. 二级维护

作业主要内容除一级维护作业内容外，以检查、调整为主，并拆检轮胎，进行轮胎换位。

汽车二级维护前应进行检测诊断和技术鉴定，根据鉴定结果确定是否需要结合二级维护同时进行附

加作业或小修。二级维护作业内容如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 二级维护作业内容

序号	项 目	作业内容	技术要求
1	发动机润滑油, 机油滤清器	①更换润滑油; ②视情况更换机油滤清器	①润滑油规格性能指标符合要求; ②液面高度符合规定; ③机油滤清器密封良好, 无堵塞, 完好有效
2	检查润滑油油面高度	检查转向器、变速器、主减速器等部件的润滑油规格和液面高度, 不足时按要求补给	符合出厂规定
3	空气滤清器	清洁空气滤清器	空气滤清器清洁有效, 安装可靠, 恒温进气装置真空软管安装可靠, 进气转换阀工作灵敏、准确
4	①燃油箱及油管; ②燃油滤清器; ③燃油泵	①检查接头及密封情况; ②清洁滤清器, 并视情况更换; ③检查燃油泵, 必要时更换	①接头无破损、渗漏, 紧固可靠; ②燃油滤清器工作正常; ③燃油泵工作正常, 油压符合规定
5	燃油蒸发控制装置	检查清洁, 必要时更换	工作正常
6	曲轴箱通风装置	检查、清洁	清洁畅通, 连接可靠, 不漏气, 各阀门无堵塞、卡滞现象, 灵敏有效, 符合规定
7	散热器、膨胀箱、百叶窗、水泵、节温器、传动带	①检查密封情况、箱盖压力阀、液面高度、水泵; ②检视传动带外观, 调整传动带松紧度	①散热器及软管无变形、破损及渗漏; 箱盖结合面表面良好, 胶垫不老化, 箱盖压力阀开启压力符合要求; 水泵不漏水, 无异响; 节温器工作性能符合规定 ②传动带应无裂痕和过量磨损, 表面无油污, 带松紧度符合规定
8	①进排气歧管、消声器、排气管; ②气缸盖	①检查、紧固、视情况补焊或更换 ②按规定次序拧紧力矩校紧气缸盖	①无裂纹、无漏气, 消声器性能良好; ②拧紧力矩符合规定
9	增压器、中冷器	检查、清洁	符合规定
10	发动机支架	检查、紧固	连接牢固, 无变形和裂纹
11	喷油器、喷油泵	检查喷油器和喷油泵的作用, 必要时检测喷油压力和喷油状况, 视情况调整供油提前角	①喷油器雾化良好, 无滴油、漏油现象, 喷油压力符合规定; ②供油提前角符合规定
12	分电器、高压线	清洁、检查	分电器无油污, 调整触点间隙在规定范围内, 无松旷、漏油现象, 高压线性能符合规定
13	火花塞	清洁、检查或更换火花塞, 调整电极间隙	电极、瓷体表面清洁, 间隙符合规定

续表

序号	项 目	作业内容	技术要求
14	气门间隙	检查、调整	符合规定
15	电控燃油喷射系统供油管路	检查密封状况	密封良好，作用正常
16	三元催化装置	检查三元催化装置的作用，必要时更换	作用正常
17	离合器	检查调整离合器踏板自由行程	离合器踏板自由行程符合规定
18	前轮制动	检查前轮制动器调整臂的作用	作用正常
		拆卸前轮毂总成、制动蹄、支撑销；清洗转向节、轴承、支撑销、清洁制动底板等零件	清洁无油污
		检查制动盘、制动凸轮轴，校紧连接螺栓	①制动底板不变形，按规定力矩拧紧连接螺栓； ②凸轮轴转动灵活，无卡滞，转向间隙符合规定
		检查转向节及螺母、保险片、油封、转向节臂，校紧连接螺栓	①转向节无裂纹，螺纹完好，与螺母配合无松旷，保险片作用良好，油封完好，不漏油； ②转向节轴径与轴承的配合间隙符合要求，转向节臂连接螺栓拧紧力矩符合规定
		检测内外轴承	滚柱保持架无断裂，滚柱不脱落，无裂损和烧蚀；轴承内圈无裂损和烧蚀
		检查制动蹄及支撑销	①制动蹄无裂纹及明显变形，摩擦片不破裂，铆接可靠，摩擦片厚度符合规定； ②支撑销无过量磨损，支撑销与制动蹄支撑孔衬套的配合间隙符合规定
		检查制动蹄复位弹簧	复位弹簧应无明显变形，自由长度、拉力符合规定
		检查前轮毂、制动鼓及轴承外座圈，校紧轮胎螺栓内螺母	①轮毂无裂损； ②轴承外座圈无裂纹、无麻点、无烧蚀； ③制动鼓无裂纹，外边缘不得高出工作表面，检视孔完整，内径尺寸、圆度误差、左右内径差符合规定； ④轮胎螺栓齐全完好，规格一致，按规定力矩拧紧
		装复前轮毂、调整前轮轴承松紧度及制动间隙	①装复支撑销，制动蹄支撑销孔均应涂润滑脂，开口销或卡簧齐全有效； ②润滑轴承； ③制动鼓、制动片表面清洁，无油污； ④制动片与制动蹄的间隙应符合规定，转动时无碰擦现象或声响，检视孔挡板齐全； ⑤轮毂转动灵活，用拉力计测量时可转动，且无轴向间隙； ⑥锁紧螺母按规定力矩拧紧； ⑦保险可靠，防尘罩、衬垫完好，螺栓、垫圈齐全紧固（螺栓规格一致）

续表

序号	项 目	作业内容	技术要求
19	后轮制动	拆半轴、轮毂总成、制动蹄、支撑销；清洗各零件及制动底板、半轴套管	①轮毂通气孔畅通； ②各零件及制动盘、后桥套管清洁无油污
		检查制动底板、制动凸轮轴，校紧连接螺栓	①制动底板不变形，连接螺栓按规定力矩紧固； ②凸轮轴转动灵活，无卡滞，轴向间隙和径向间隙符合规定
		检查后桥半轴套管、螺母及油封	①套管无裂纹及明显松动，与螺母配合无径向松旷； ②油封完好，无损坏、无漏油； ③套管颈与轴承配合间隙符合规定
		检查内外轴承	①轴承保持架无断裂，滚柱不脱落，无裂损和烧蚀； ②轴承内圈无裂纹和烧蚀
		检查制动蹄及支撑销	①制动蹄无裂纹和变形，摩擦片不破裂，铆接可靠，摩擦片厚度符合规定； ②支撑销与制动蹄支撑孔衬套配合间隙符合规定； ③支撑销无过量磨损
		检查制动蹄复位弹簧	复位弹簧应无变形，自由长度符合规定，拉力良好
		检查后轮毂、制动鼓及轴承外座圈，检查拧紧半轴螺栓，检查轮胎螺栓，校紧内螺母	①轮毂无裂损； ②轴承外座圈不松动，无损坏； ③制动鼓无裂纹，内径、圆度误差、左右内径差符合规定，外边缘不得高出工作表面，制动鼓检视孔完整； ④半轴螺栓齐全有效
		检查半轴	半轴无明显弯曲，半轴套管无裂纹，花键无过量磨损或扭曲变形
		装复后轮毂，调整制动间隙	①装复支撑销、制动蹄片时，支撑孔均应涂润滑脂，开口销或卡簧齐全可靠； ②润滑轴承； ③套管轴颈表面应涂机油后再装上轴承； ④制动蹄片、制动鼓表面应清洁，无油污； ⑤制动蹄片与制动鼓的间隙应符合规定，转动无碰擦现象或声响，检视孔挡板齐全紧固； ⑥轮毂转动灵活，拉力符合规定； ⑦锁紧螺母按规定力矩拧紧
20	转向器、转向传动机构	检查转向器传动机构的工作状况和密封性，校紧各部位螺栓；检查、调整转向盘自由转动量	转向盘自由转动量符合规定，转向轻便、灵活，无卡滞和漏油现象，垂臂及转向节臂无弯曲及裂损，各部位螺栓连接可靠
21	前束及转向角	调整	符合规定
22	变速器、差速器	检查密封状况和操纵机构，清洁通气孔	密封良好，通气孔畅通，操纵机构作用正常，无异响、跳挡、乱挡现象

续表

序号	项 目	作业内容	技术要求
23	传动轴、传动轴承支架、中间轴承	①检查防尘罩； ②检查传动轴万向节工作状态； ③检查传动轴承支架； ④检查中间轴承间隙	①防尘罩不得有裂纹、损坏，卡箍可靠，支架无松动； ②万向节不松旷，无卡滞，无异响； ③传动轴承支架无松动； ④中间轴承间隙符合规定
24	空气压缩机、储气筒、安全阀	清洁、校紧	清洁、连接可靠、无漏气，安全阀工作正常
25	制动阀、制动管路、制动踏板	①检查制动踏板自由行程； ②检查紧固制动阀和管路接头； ③检查液压制动管路内是否有空气； ④检查制动软管； ⑤检查制动助力器	①制动踏板自由行程符合规定； ②制动阀和管路接头连接可靠，无漏气； ③液压制动管路内无空气； ④制动软管良好； ⑤制动助力器工作良好
26	驻车制动	检查驻车制动性能，检查驻车制动器自由行程	符合规定，作用正常
27	悬架	检查、紧固，视情况补焊、校正	不松动，无裂纹，无断片，按规定拧紧力矩紧固螺栓
28	轮胎（包括备胎）	检查紧固，补气，进行轮胎换位，磨损严重时更换轮胎	气压符合规定，清洁，无裂损、老化、变形，气门嘴完好，轮胎螺栓紧固，轮胎的装复符合规定
29	发电机、发电机调节器、起动机	清洁、润滑	符合规定
	蓄电池	清洁、补给、检查	清洁，安装牢固，电解液液面符合规定
30	前照灯、仪表、扬声器、刮水器，全车电气线路	检查、调整，必要时进行更换	①前照灯、扬声器、各仪表及信号装置功能齐全、有效，符合规定； ②刮水器电动机运转无异响，联动杆连接可靠； ③全车线路整齐、连接可靠、绝缘良好
31	车身、车架、安全带	检查、紧固	性能可靠，工作良好，无变形、断裂、脱焊，连接螺栓、铆钉紧固
32	内装饰	检查、紧固	设备完好，无松动
33	空调装置	检查空调系统工作状态、密封状况	①制冷系统密封，制冷效果良好； ②暖气装置工作正常
34	润滑	全车加注润滑脂的部位全部润滑	润滑嘴齐全有效，润滑良好

注：技术要求栏中的“符合规定”指符合实际应用中的有关技术规定或技术要求。

4. 季节性维护

季节性维护不单独进行，一般在夏、冬季节到来之前结合相近的二级维护，按需要增加以下作业内容。

(1) 夏季清洗水套和散热器污垢；清洗发动机润滑系和底盘各总成，并按标准加注夏季使用的润滑油（如果是多级油则不一定更换）；清洗燃料系并更换夏季燃料；调节蓄电池电解液的密度，校正发电机调节器的调整数据，清洁触点，调整火花塞间隙；采取防暑降温措施。

(2) 冬季换用冬季润滑油及润滑脂（多级油不一定更换）；清洗燃料系（严防管路中有水冻结），换用冬季燃料；调整蓄电池电解液的密度，调整发电机调节器、火花塞间隙；采取防寒、防冻措施；北方地区采用防冻液或添加添加剂（质量分数不可超过 60%），未加防冻液的室外停车时应放净冷却水；定期检查排气消声器和三元催化转换器，两者特别是三元催化转换器随着正常使用会逐渐堵塞，通气面积减小，冬季排气管中水滞留后冻结，会导致车辆无法起动。

5. 走合期维护

新车和修复车走合期为 1000~3000km，期满后应进行一次走合维护。该维护一般由制造商指定的维修厂负责完成。作业内容为清洁、检查、紧固和润滑工作，包括：更换发动机机油；更换机油滤清器；检查调整发电机传动带张紧度；检查发动机、变速器、驱动桥的泄漏情况；检查发动机冷却液量、制动液量、风挡玻璃洗涤器液面等；检查转向系统转向器、转向球头、传动轴、前后悬挂、轮胎气压、制动性能；拆卸限速器。

汽车维护必须根据汽车制造商使用维修手册规定的行驶里程或间隔时间，定期强制进行。各级维护作业的内容和周期必须根据汽车的结构性能、使用条件、故障规律、配件质量及经济效益等情况综合考虑确定。随着运行条件的变化，新工艺、新技术的应用，汽车维护作业的内容和周期经技术咨询后可做适当调整。

（二）汽车维护制度

目前，各大汽车制造商在使用维修手册中，对汽车所有的维护按行驶里程确定维护项目，是一种科学合理的维护制度，应当优先采用。



二、汽车修理制度及工艺

汽车修理是指为恢复汽车各部分规定的技术状况和工作能力所进行的活动总称。修理是汽车有形损耗的补偿，它包括故障诊断、拆卸、鉴定、更换、修复、装配、磨合、试验等作业。

（一）汽车的修理类别及内容

根据作业范围和技术状况恢复程度的不同，汽车修理可分为汽车大修、总成大修、汽车小修和零件修理 4 类。

1. 汽车大修

它是新车或经过大修后的汽车，在行驶一定里程（或时间）后，经过检测诊断和技术鉴定，用修理或更换汽车任何零部件的方法，恢复汽车完好的技术状况和工作能力，完全或接近完全恢复汽车寿命的恢复性修理。

2. 总成大修

它是汽车的总成经过一定使用里程（或时间）后，用修理或更换总成任何零部件（包括基础件）的方法，恢复完好技术状况和寿命的恢复性修理。

3. 汽车小修

它是用修理或更换个别零件的方法，保证或恢复汽车的工作性能的运行性修理。其目的主要是消除汽车在运行过程或维护作业过程中发生或发现的故障或隐患。

4. 零件修理

它是对因磨损、变形、腐蚀等而不能继续使用的零件进行修理，是恢复零件性能和寿命的恢复性修理。

(二) 汽车和总成的大修标志

1. 整车大修的送修标志

客车以车厢为主，结合发动机总成；货车以发动机总成为主，结合车架总成或其他两个总成。这两类情况均符合大修条件。

2. 挂车大修的送修标志

挂车车架（包括转盘）和货厢符合大修条件，定车牵引的半挂车和铰接式大客车，按照汽车大修的标志与牵引车同时进厂大修。

3. 主要总成大修的送修标志

(1) 发动机总成：气缸孔磨损圆柱度误差达到 $0.175\sim 0.25\text{mm}$ ，或圆度误差达到 $0.05\sim 0.063\text{mm}$ （以其中磨损最大的一个气缸为准）；最大功率或气缸压力较标准值降低 25% 以上；燃料和润滑油消耗量显著增加；发动机工作时轴承发响或产生活塞敲缸等杂音。

(2) 车架总成：车架断裂、锈蚀、弯曲、扭曲变形超过规定极限；大部分铆钉松动或铆钉孔磨损，必须拆卸其他总成后进行校正、修理或重铆方能修复。

(3) 变速器（分动器）总成：壳体变形、破裂，轴承孔磨损超过极限值；变速齿轮及轴磨损严重直至损坏，需要彻底修复。

(4) 后桥（驱动桥、中桥）总成：壳体破裂、变形，半轴套管支撑孔磨损超过极限值；主减速器齿轮磨损严重，需要校正或彻底修复。

(5) 前桥总成：前轴裂纹、变形，主销支撑孔磨损超过极限，需要校正或彻底修复。

(6) 客车车身总成：车厢骨架断裂、锈蚀、变形严重；蒙皮破损面积大，需要彻底修复。

(7) 货车车身总成：驾驶室锈蚀、变形严重、破裂，或车厢纵、横梁腐蚀，底板、栏板破损面积较大，需要彻底修复。

在这里要特别说明以下两点。

(1) 大修作业虽对某些总成或零部件有可能造成提前修理，但从整体来讲，只要大修前实行状态检测，严格按大修送修标志送修，它仍然是经济合理的。大修送修标志的确定是经过长期以来的实践而提出的。通过整车或总成的恢复性大修，可以使没有达到大修要求的总成或零部件的使用寿命，同达到大修要求的总成和零部件趋于一致，从而减少停车故障造成的经济损失。

(2) 零件修理要遵循经济合理的原则，修旧利废，节约原材料，但它必须能达到降低维修费用的目的（配件供应短缺除外）。但伴随着零件标准化生产的推进，现在维修过程中主要以换件为主。

(三) 汽车修理工艺过程

汽车修理工艺过程是汽车修理的各项作业按一定的方式组合，按顺序协调进行的过程，它一般包括汽车的接收、外部清洗、汽车及总成的拆卸、零件的清洗及检验、零件修理、总成的装配与调试、汽车总装、出厂检验及交车等。汽车的修理方法不同，其修理工艺过程也不同。按基本方法不同，汽车修理可分为就车修理法和总成互换修理法。

1. 采用就车修理法的汽车大修工艺过程

就车修理法是指在汽车修理过程中,从汽车上拆下的零件、组合件及总成除报废件以新件代替外,其余修理后仍装回原车。就车修理法不需要储备周转总成,且有利于单件成本核算,但采用该方法的汽车停修时间较长。就车修理法适用于生产规模不大、承修车型复杂、送修单位不一的修理企业。

2. 采用总成互换修理法的汽车大修工艺过程

总成互换修理法是指在修理过程中,除车架(或车身)外,其他总成(或组件)都可换装已经修好的备用品,换下来的总成修理好后入库再作周转用。这种方法由于利用了周转总成(或组件),从而保证了汽车装配的连续性,可以缩短汽车大修在厂车日,也有可能对汽车装配和某些总成的修理组织流水作业。但总成互换修理法仅适用于生产规模大,承修车型单一,且具有一定周转总成的修理厂家。目前由于车辆管理制度限制、总成维修质量不高和车辆所有权、经营权关系复杂等因素的制约,该方法较少使用。

(四) 汽车修理工艺卡片

对汽车进行诊断、维护、修理的工艺过程可能有众多方案。维修人员要根据企业的设备情况、人员素质,结合国家行业管理部门的技术政策和制造厂家的技术要求,综合考虑技术上的先进性、合理性、生产率、修复质量的可靠性、经济性及生产的安全性、劳动条件等因素,从众多方案中优选出最佳方案,并将内容用条文、图表等方式确定下来。此过程就是工艺规程的制定。它是汽车修理企业的技术文件,应当严格执行。

工艺卡片根据工艺规程所规定的内容,用简明的文字、表格和工作图等形式表达出来,作为具体安排和指导生产的依据。工艺卡片具体写明了每一道工序如何操作,各工序的技术要求、操作要点、步骤以及工时等,是工艺规程具体化和工艺规程进入生产的执行部分。

汽车修理工艺的内容繁杂,工序较多,很难用统一格式的工艺卡片。一般根据不同的工种或作业性质,编制拆卸工艺卡片、检验工艺卡片、零件修复工艺卡片、调试工艺卡片、装配工艺卡片等。工艺卡片的内容主要包括工序号、工作图和技术要求等。

(五) 汽车维修检验单证

汽车维修时,为保证修理质量,按《汽车维修质量检查评定方法》(GB/T 15746—2011)的规定,汽车维修企业必须填写必要的检验单证。

1. 进厂检验单(接车单)

汽车维修进厂时或在车主进行技术咨询的过程中,接待的技术服务人员要对汽车的故障明确诊断,评定汽车的技术状况,确定维修作业的项目,估算维修价格及主要件更换情况,填写进厂检验单和维修任务单。

进厂检验单应包括汽车进厂编号、牌照号、厂牌、车型及年份、车辆识别代码(VIN、17位码)、车主及联系电话、送修时的汽车技术状况、里程表记录、车主报修项目及往次维修史、车辆装备情况、检测诊断记录、确定的维修意见、检验员签字及日期、车主签字等内容。

进厂检验单要求填写清楚、正确、完整、真实。

2. 汽车维修工艺过程检验单

汽车维修过程中,由汽车维修检验技术人员对总成及零部件按其修理过程中的工艺顺序进行技术鉴定,并在汽车维修工艺过程检验单上记录以下内容:发动机及离合器修理工艺过程检验单;前桥及转向系修理工艺过程检验单;后桥修理工艺过程检验单;变速器及分动器修理工艺过程检验单;传动轴及万向节修理工艺过程检验单;车架、悬挂及车轮修理工艺过程检验单;车身修理工艺过程检验单;汽车电

气、仪表电路和电子控制系统修理过程检验单；制动系统检验单。

要求检验单中字迹清晰，项目齐全、完整，填写真实、正确。检验项目、名词术语和计量单位应符合国家及行业有关标准及相关车辆修理技术文件的有关规定。

3. 汽车维修竣工检验单

汽车维修竣工后，由汽车维修检验技术人员对车辆的技术状况进行技术鉴定，并在汽车维修竣工检验单上记录以下内容：进厂编号、托修单位、承修单位、牌照号、厂牌、车型年代、车辆识别代码（VIN、17 位码）、底盘号码、发动机型号及号码、车辆装备状况、车辆改装改造状况、汽车维修竣工后的技术状况、检验记录、检验结论、检验员签名及日期。

4. 维修合格证

维修合格证是承修单位对维修竣工经技术鉴定并符合相应标准后的车辆所开具的质量凭证。

汽车维修合格证记录内容应包括进厂编号、牌照号、厂牌、车型年代、识别代码、底盘号码、发动机型号及号码、总检验员签章及日期、承修单位质量检验部门盖章、走合期规定。

要求合格证中字迹清晰，项目齐全、完整，填写真实、正确。合格证中名词术语应符合国家及行业有关标准中的规定。

三、汽车零件检测基础知识

（一）汽车零件检测方法分类

汽车维修中很重要的一项工作就是按照修理技术标准的要求对零件损伤程度进行检测，以确定零件是继续使用，还是修理或更换。对零件进行检测的方法有多种，可分为感官法、测量法和探伤法 3 类。

1. 感官法

感官法是指由检验人员通过感官掌握零件的损伤情况，并根据经验判断零件是否可用。如通过眼睛观察（或借助放大镜、内窥镜）对零件的破损、明显变形、严重磨损和裂纹、材料变质等进行检验；用锤子敲击法对裂纹及铆钉松动进行检验；或用新、旧件进行对比检验等。

2. 测量法

测量法是指利用量具或测量仪器测出零件的现有尺寸及形位公差值，与技术标准所规定的容许使用值（极限尺寸）进行对比，确定零件能否继续使用。其常用量具有钢直尺、游标卡尺、千分尺、百分表、塞尺、测齿卡尺、专用样板等。

3. 探伤法

利用一些仪器、设备对零件的隐伤进行探测。

（二）零件的检测

1. 零件测量的量具

汽车零件检测常用量具有塞尺、游标卡尺、千分尺、百分表、钢直尺等。

（1）塞尺。塞尺又称厚薄规或间隙片，由一组具有不同厚度的标准钢质测片组成，如图 1-2-1 所示。将塞尺插入缝隙中，可以检验相配合表面之间的间隙大小。若与其他量具配合使用，可以用来检验零件相关表面的形状和位置误差。塞尺厚度有 0.03~0.1mm 和

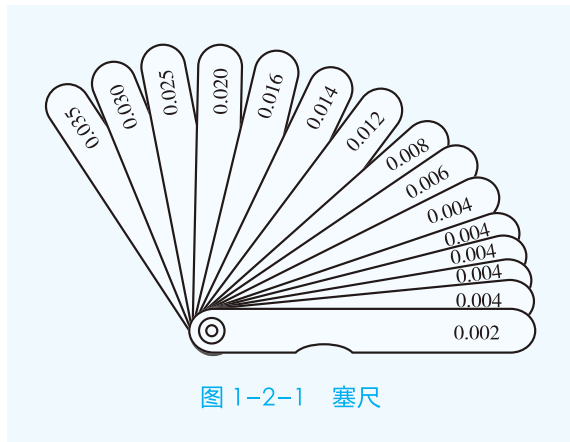
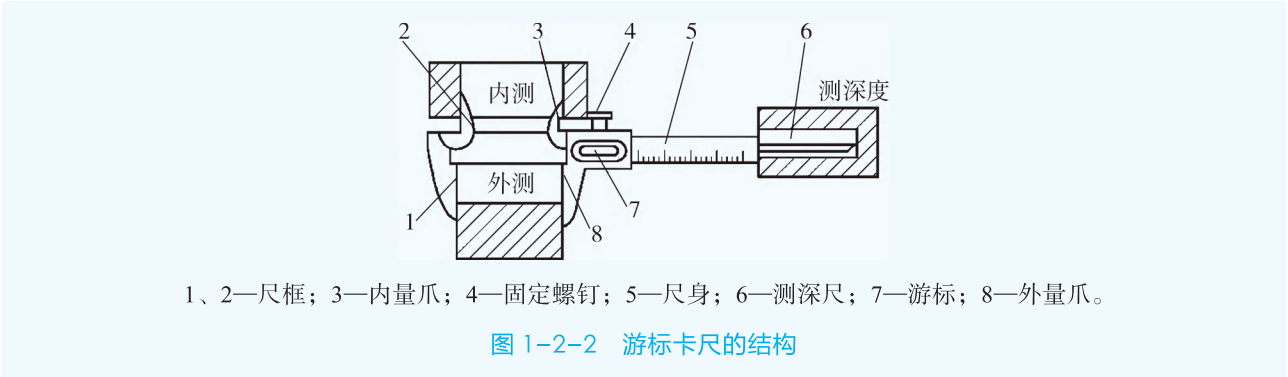


图 1-2-1 塞尺

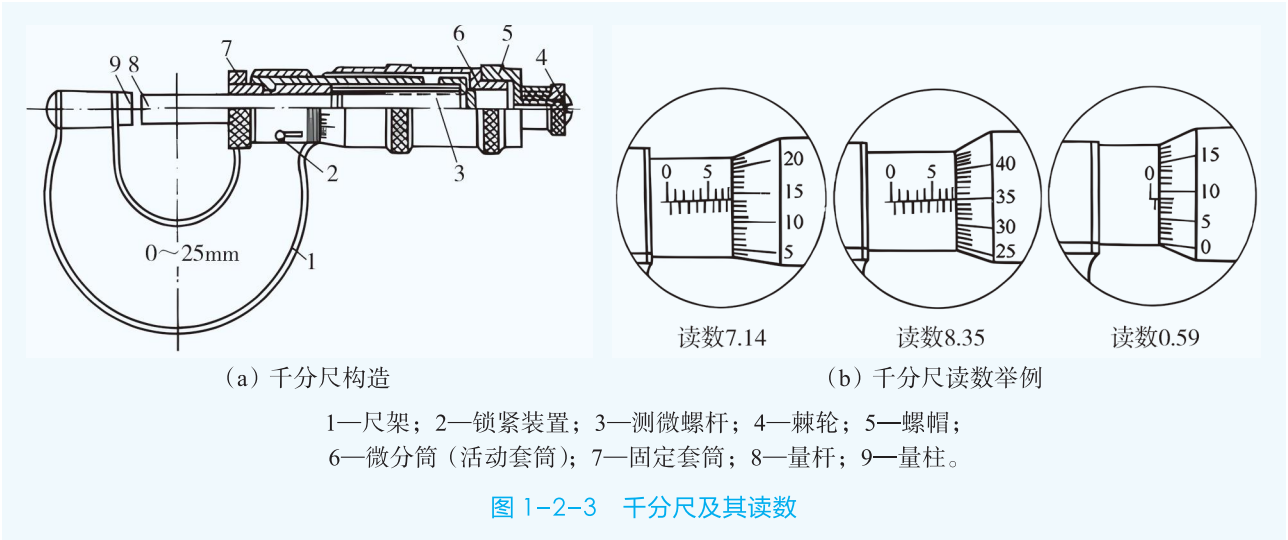
0.1~1mm 两种。每片测片上标有厚度尺寸，可组合使用。

测量时，不允许将钢片剧烈弯曲，同时也不可以将它用大的力量插进去。片上不能有污垢和金属屑，否则会影响其精确性。长期不使用时要注意塞尺的防锈保护措施。

(2) 游标卡尺。游标卡尺用来测量零件的外廓尺寸、内廓尺寸和深度，游标卡尺的结构如图 1-2-2 所示。它主要由尺身、游标、尺框、内外量爪、测深尺组成。尺框与尺身为一体，内外量爪与游标为一体，测深尺可随游标的移动而在尺身的槽内伸缩。尺框与外量爪用以测量外廓尺寸，尺框与内量爪用以测量内廓尺寸。游标卡尺的常用精度有 0.05mm 和 0.02mm 两种。



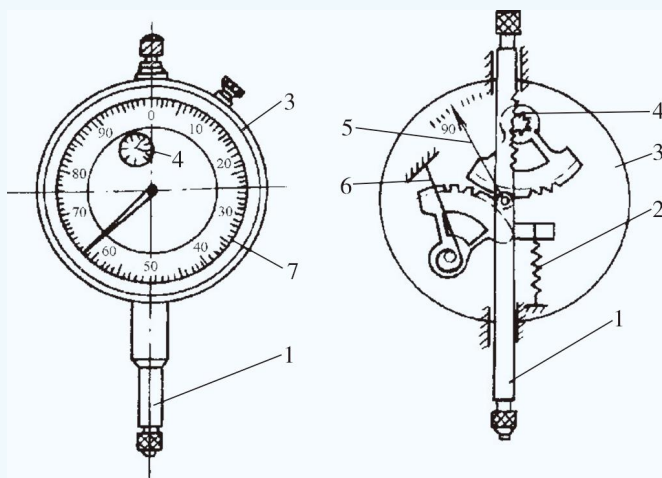
(3) 千分尺。千分尺又称外径千分尺，用来测量零件的外径，精度可达 0.01mm。按测量范围，千分尺有 0~25mm、25~50mm、50~75mm、75~100mm、100~125mm 等多种。图 1-2-3 (a) 所示为千分尺结构图，由尺架、测微螺杆、量柱、固定套筒、微分筒、棘轮等组成。测微螺杆的后端制有螺距为 0.5mm 的细牙螺纹与固定套筒的螺母相啮合。将测微螺杆转动一圈，它将前进或后退 0.05mm。固定套筒上刻有相距 0.5mm 的等分线和基线，沿微分筒的圆锥面一周刻有 50 等分刻线。微分筒每转过一个刻度（相当于旋转 1/50 周），测微螺杆就前进或后退 $0.5\text{mm} \times 1/50 = 0.01\text{mm}$ 。



测量前，先擦净被测零件的测量面，用标准长度杆检查、校对千分尺（将微分筒的前端面与固定套筒上的“0”线对齐，且微分筒上的“0”线还应与固定套筒上的基线对准）。测量时，将千分尺放正，转动微分筒，待测微螺杆接近工件时，改用转动棘轮，直到棘轮发出打滑响声为止，此时即可读数。

读数时，先读固定套筒上的毫米数，再看微分筒上（与固定套筒的基线对准）的百分之一的毫米数，最后将这两个数相加，就得到测量数值。图 1-2-3 (b) 所示为千分尺读数举例。

(4) 百分表。百分表不能直接测量零件的尺寸，只能用于比较，如测量零件的几何形状公差、位置公差等。其常用精度为 0.01mm。百分表的结构如图 1-2-4 所示。由测杆、表壳、活动表面、长指针、短指针和带动指针的齿条、齿轮、齿扇及回位弹簧组成。



1—测杆；2、6—回位弹簧；3—表壳；4—短指针；5—长指针；7—活动表面。

图 1-2-4 百分表的结构

当测杆的齿条推动短指针的小齿轮转一周时，与该小齿轮同轴的大齿扇推动长指针上的小齿轮转 10 周（即短指针转 1 周，长指针转 10 周）。短指针表面上共 10 格，每格相当于 1mm。长指针表面上共 100 格，每格相当于 0.01mm。

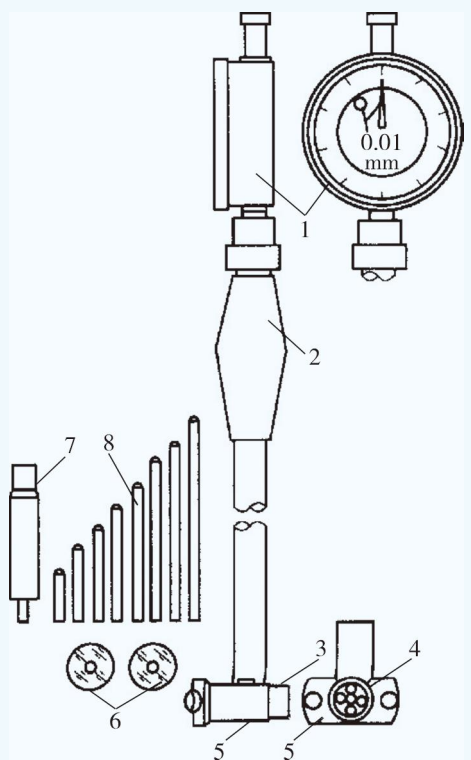
测量时，先在测量的间距内或表面上使测杆预压缩 1~3mm（短指针转动 1~3 格），以消除测杆的游隙和测量所需要的余量，然后转动活动表面（刻有 100 等分小格），使长指针对准该表面上的“0”，即可进行测量。

(5) 内径百分表。内径百分表由百分表、表架和一套不同长度的可换接杆组成，它利用相对测量法测量孔径。内径百分表按测量范围分为 10~18mm、18~35mm、35~50mm 和 50~160mm 4 种。汽车修理中测量气缸直径的量缸表是测量范围为 50~160mm 的内径百分表，其组成如图 1-2-5 所示。

用量缸表测量气缸直径时，应根据所测气缸直径尺寸，装上该量程的接杆，并用标定过的外径千分尺校对。

2. 零件磨损的检验

由于汽车零件结构、形状和工作条件各不相同，它们在工作中产生磨损的部位及磨损情况也有差异，其检验方法和要求也不相同。可将零件按磨损部位大致分为轴形、孔形等形式，来说明不同类型的零件磨损的检测方法和要求。



1—百分表；2—标杆；3—接杆座；4—活动测杆；5—支撑架；6—固定螺母；7—加长接杆；8—接杆。

图 1-2-5 量缸表

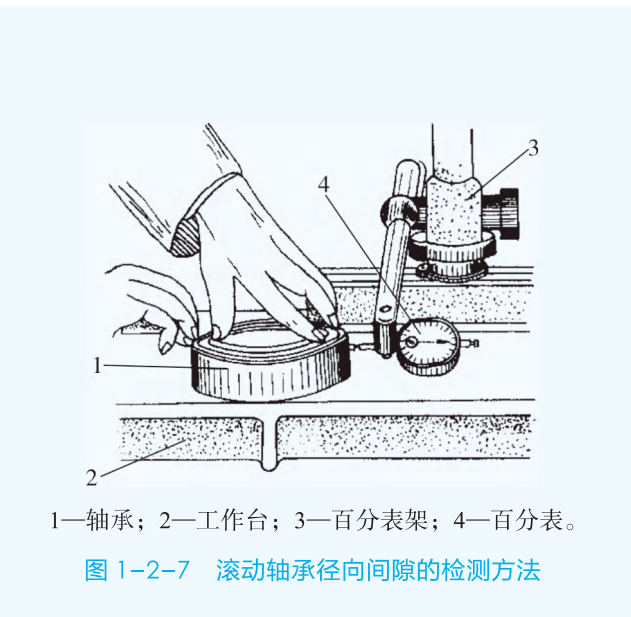
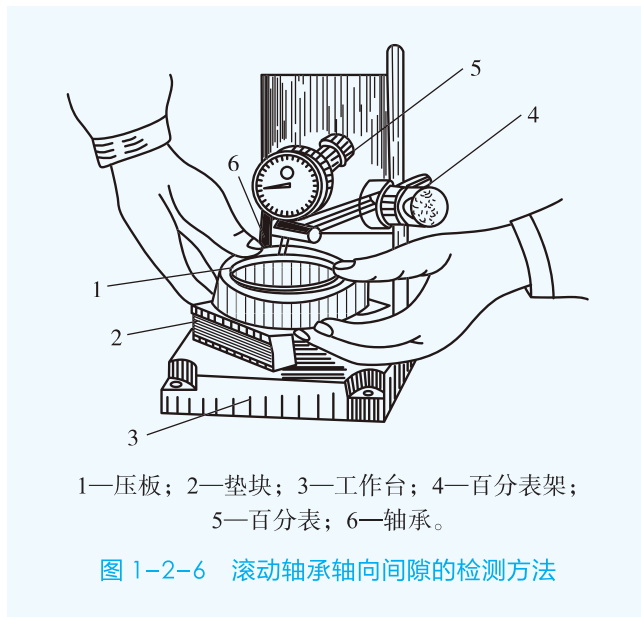
(1) 轴形、孔形部位的检测。具有轴形部位的零件很多,如曲轴轴径、气缸直径、半轴套管外径、转向节主销轴径等,它们主要的损伤是轴颈工作表面磨损,破坏了轴颈的正确几何形状,产生圆度及圆柱度偏差。圆度、圆柱度偏差可以用千分尺、游标卡尺或百分表等测量。

在汽车维修中可用多点法测量轴颈、圆孔的圆度及圆柱度误差。垂直于轴线的同一横截面上的最大直径与最小直径的差值之半为圆度误差值,沿轴线长度上不同方位最大直径与最小直径差值之半为圆柱度误差值。

孔型部位零件的检测方法主要包括光学自准式视觉检测技术、直接测量等。光学自准式视觉检测技术适用于内孔精度要求较高的零件,如船舶发动机的气缸套、注塑成型机的液压缸套等。这种方法利用半导体激光技术、光学反射技术、图像处理技术,通过自动对准孔壁的测定,对被测图像进行处理,构建深孔精度自动检测系统。这种方法成本低,可以提高检测精度和效率,保证精密零件的出厂质量。直接测量是利用两点或三点定位技术,实时获取内径数据。根据待测内径的精度、尺寸和规模,可以选择适合的通用尺寸测量工具,如千分尺、工具显微镜等,也可以使用专用内径测量仪器,如内径千分尺、内径测微仪等。

(2) 其他类型零件的检测。有些零件是一个组合体,一般不允许拆散进行检验。例如,对于某些滚动轴承,首先应进行外观检验,仔细观察内外圈滚道和滚动体表面,其表面应光滑,接触均匀,无裂纹、点蚀、凹坑及鳞片状脱层,不应有退火颜色,保持架不应有断裂和破损。

滚动轴承的间隙应符合技术要求。轴向间隙的检测方法如图 1-2-6 所示。用压板将轴承的外圈压紧,轴向推拉内圈,用百分表测内圈的轴向间隙,此时百分表的指针摆差即为轴承的轴向间隙。滚动轴承径向间隙的检测方法如图 1-2-7 所示。用手将被测轴承的内圈压紧,然后将百分表架的测杆顶在轴承外圈上。边转边径向推拉轴承外圈,百分表指针的摆动即显示了轴承的径向间隙。若没有上述检具时,可用手感检查轴向及径向间隙。轴承应转动灵活均匀,无卡滞现象,无异响。



3. 零件形状和位置误差的检测

汽车各零件在使用中由于产生弯曲、扭转、翘曲等不同形式、不同程度的变形,导致零件间相互装配关系的破坏,使总成和汽车的技术性能变坏,降低了汽车的动力性,增加了汽车燃料的消耗,缩短了汽车的使用寿命。

零件的变形程度用零件的形状误差和位置误差来衡量。形状误差主要包括直线度、平面度、圆度、

圆柱度等误差。位置误差主要包括平行度、垂直度、同轴度、对称度、圆跳动等误差。在汽车修理技术标准中，形位误差占重要的比例。在零件检测工作中应特别重视这项工作，以提高检测与诊断精度。

零件形位误差的检测受许多因素的影响。为使检测结果足够接近被测零件的真实误差，检测工作必须遵循一些共同的条件和要求。检测时必须保证零件的表面状态，要排除擦伤、表面粗糙度等表面缺陷，根据测量精度要求选取测量方法，根据零件的结构特征、功能要求、加工工艺等因素选取测量位置、测量截面及测量点的数目，尽可能用零件设计、加工基准作为测量基准。

(1) 轴线直线度误差的检测。轴线的直线度是指轴线中心要素的形状误差。符合轴线直线度定义的测量方法是非常困难的。在实际检测中，常用简单的径向圆跳动来代替轴线的直线度误差，这样测得的数值是近似的，在一般的生产中已能满足技术要求的精确度。

直线度误差的检测多用于在工作时易于产生弯曲变形和可以校直的直轴类零件。图 1-2-8 所示为传动轴轴线直线度的检测。先检查和校正中心孔的位置，使两端中心线位于同一水平高度。检测时，转动传动轴，百分表指针最大、最小读数之差值为该测量平面的径向圆跳动误差。在轴向的不同位置进行同样测量，测得最大径向圆跳动数值的一半即可作为其轴线直线度误差。

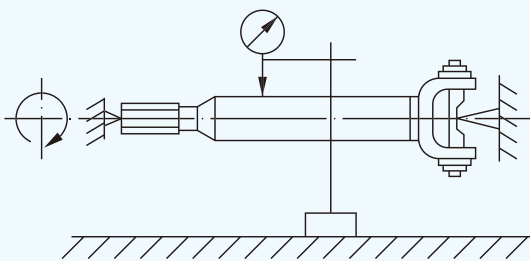


图 1-2-8 直线度检测

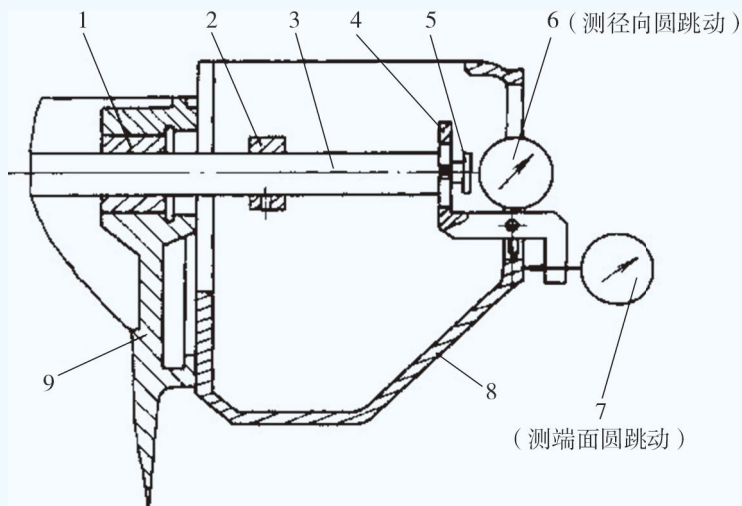
(2) 平面度误差的检测。零件的平面度表示一个平面不平的程度。零件的工作平面变形后，必然在该平面产生凸凹或翘曲，其表面的状况会影响到零件配合的位置精度和密封效果，所以对于零件的配合平面和工作平面，都有平面度误差的限制。

对于一个平面的形状误差而言，平面度和给定平面内的直线度有一定的联系。直线度误差表示被测直线方向上在与该平面相垂直平面内的形状误差；而平面度误差是指被测平面在其垂直的任意方向的给定平面内的形状误差。也就是说，平面度误差是被测平面内各个方向的最大直线度误差。因此，可以用各个方向的直线度误差的检测代替平面度误差的检测。

(3) 同轴度误差的检测。同轴度是指被测轴线对基准轴线的误差。它是指两个轴线之间的位置关系，在数值上等于被测轴线偏离基准轴线最大距离的两倍。同轴度的检测多用于阶梯轴、孔类零件。对同一根轴，当选择的基准不同时，测量的同轴度误差会有很大变化。因此，检测同轴度误差时必须选择好基准。

变速器在工作中由于磨损、变形等原因，轴承孔会变得不平行，使轴上齿轮、同步器在工作中产生轴向分力，易引起跳挡、挂挡困难等故障。维修企业常用量棒检测同轴度，将与被测座孔尺寸相同的量棒插入座孔，若各座孔在同轴线内，则量棒能顺利插入。

(4) 圆跳动的检测。圆跳动包括径向圆跳动和端面圆跳动。被测表面对基准轴线径向圆跳动的检测方法已在前边“轴线直线度误差的检测”中介绍过。如果旋转零件的圆柱表面偏离其旋转轴线，必然产生跳动，其跳动程度即为圆跳动量。图 1-2-9 所示为测量圆跳动的方法。转动表架，从百分表上可测得该零件的径向、端面圆跳动量。



1—定心套；2—轴向定位套；3—心轴；4—表架；5—紧固螺钉；6、7—百分表；8—飞轮壳；9—气缸。

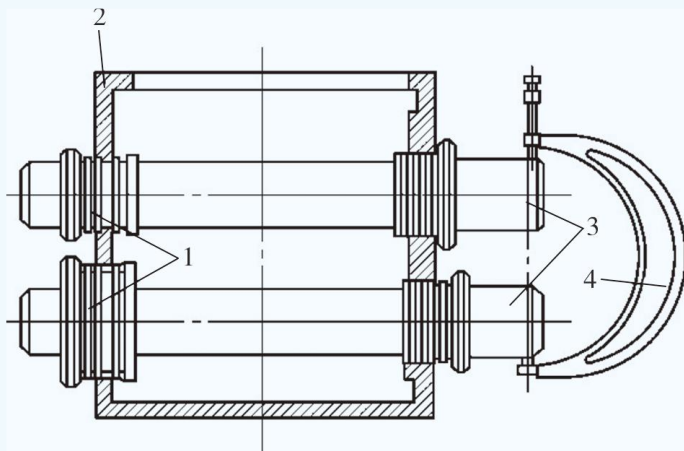
图 1-2-9 圆跳动的检测

（5）平行度误差的检测。壳体因变形或因维修加工精度低，使壳体的轴线与轴线、轴线与平面、平面与平面间的平行度变差，如气缸体的曲轴主轴颈轴承孔轴线与凸轮轴轴承孔轴线的平行度超过允许限度，变速器壳体上、下轴承孔的平行度超过允许限度等。

变速器壳体轴承孔平行度的检测如图 1-2-10 所示。在被测的变速器壳体两轴的轴承孔中装上定位套，定位套中插入测量轴，用测量工具（如外径千分尺）测出测量轴在孔两端的距离，其差值便是被测两座孔中心线在全长上的平行度。

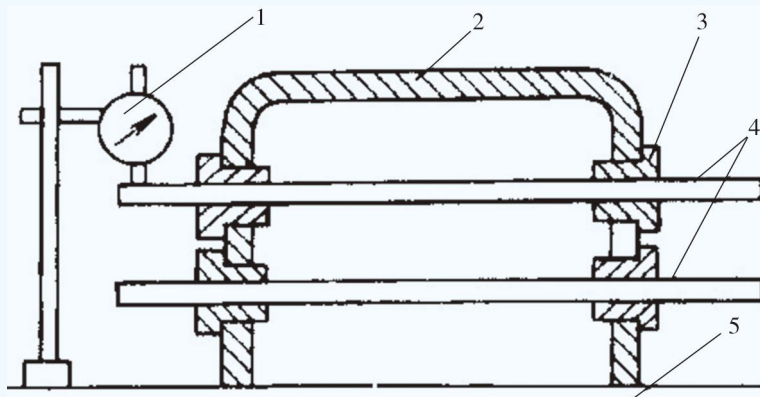
平面与轴平行度的检测如图 1-2-11 所示。把壳体基准面与检测平台的平面相接触，将定心套与测量轴安装到壳体的轴承孔中，然后用百分表或专用的高度尺测量各测量轴两端的高度。两端的读数差就是该轴与壳体平面的平行度误差。

（6）垂直度误差的检测。垂直度误差可以用万能角度尺、百分表测量，测量时必须配备专用定位机构。



1—定位套；2—变速器壳体；3—测量轴；4—外径千分尺。

图 1-2-10 变速器壳体轴承孔平行度的检测



1—百分表；2—壳体；3—定心套；4—测量轴；5—测量平台。

图 1-2-11 平面与轴平行度的检测

4. 零件裂纹及内部隐伤的检测

探伤法主要是对零件表面的微细裂纹及内部隐伤进行检验。生产中常用的探伤方法有磁力探伤、渗透法探伤、超声波法探伤、浸油敲击法探伤、水压试验等。

(1) 磁力探伤。磁力探伤由于检验准确、迅速而被广泛采用。其原理是：将被检验的零件置于电磁场中，使零件被磁化。如果零件表面或内部存在裂纹、孔隙等缺陷，磁力线通过被检验的零件时，在磁阻较大的缺陷部位将发生偏散或被中断，从而形成磁极。此时，在零件表面涂以混有磁性铁粉的润滑油，铁粉便会被磁化并吸附在裂纹附近，显示出裂纹的大小、形状和位置。磁力线与裂纹的夹角越大，偏散程度越大，检验效果越明显。平行于磁场的裂纹难以被检验出来，所以，检验时应采用不同的磁化方法——纵向磁化、环形磁化或联合磁化，以保证裂纹与磁力线垂直。纵向磁化可形成平行于零件轴线的磁场，用来检验横向裂纹；环形磁化形成与零件轴线垂直的环形磁力线，用来检验纵向裂纹；联合磁化则是将纵向磁化和环形磁化装置同时作用于零件上，而且一个用直流电，另一个用交流电，形成方向不断变化的旋转磁场，它可显示出任意方向的裂纹。

磁粉探伤后，零件必须进行退磁处理，否则，零件表面会吸引铁屑，使磨损加剧。零件退磁的方法分直流电退磁和交流电退磁两种。交流电退磁是将零件从交流电磁场中慢慢退出，或直接向零件通以交流电，并使电流逐渐减小到零；直流电退磁则是将零件置于直流电磁场中，不断改变电源极性，并使电流逐渐减小到零。用交流电磁化的零件可用直流电退磁，用直流电磁化的零件必须用直流电退磁。

(2) 渗透法探伤。渗透法探伤常用来检验与零件表面相通的微观缺陷。它不受被检验零件材料性能的影响，方法简单、可靠。

渗透法探伤的步骤如下。

①渗透。首先除去零件表面的油污、锈斑，然后在 20~40℃ 的水温下清洗烘干，最后将零件浸入具有很强渗透能力的渗透液中（浸泡时间不小于 0.5h），或将渗透液涂于零件表面 3~4 次。当零件存在与表面相连的缺陷时，由于毛细管作用，渗透液即浸入缺陷中。

②清洗。待渗透液充分渗透到缺陷中后，用压力为 15kPa、温度为 20~40℃ 的水或清洗剂除去零件表面的渗透液并低温烘干（低于 85℃，经 1~2min），这时缺陷中的渗透液产生一个向上的毛细作用力。

③吸附。在零件表面涂一层显像剂（氧化镁粉）。在显像剂良好的吸附作用以及由显像剂颗粒构成的多孔隙覆盖层毛细作用下，缺陷中的渗透液被吸附到显像剂中。

④显像、观察缺陷痕迹。由于显像剂的吸附作用，以及渗透液的扩散作用，在室温下（18~20℃）

涂抹显像剂 5~6min 后即可显现出缺陷。

渗透法探伤有着色法和荧光法两类。

①着色法。着色法是在渗透液中加入显示性能很强的红色染料。裂纹中的渗透液被吸出后，在白色显像剂中能明显地显示出来。

②荧光法。荧光法是在渗透液中加入荧光物质，显像剂也专门配制。渗透液被吸出后，再用紫外线照射，便能发出荧光，较清晰地显示裂纹。

(3) 超声波法探伤。这种方法是根据超声波能量变化情况来判断零件内部状况的。此法把发射探头和接收探头分别置于零件两相对面。发射探头发射的超声波能量是一定的。在零件不存在缺陷时，超声波穿透过一定厚度的零件以后，在接收探头上所接收到的能量也是一定的；而当零件存在缺陷时，缺陷界面反射超声波，使接收探头接收到的能量减少，反映出缺陷的存在。

(4) 浸油敲击法探伤。浸油敲击法检验是先将零件放入煤油或柴油中浸泡片刻，取出后将表面擦干，撒上一层白粉，然后用小锤轻轻敲击零件的非工作面，如果零件表面有裂纹，浸入裂纹中的油便会因受振动而被挤出，使裂纹处的白粉变黄。

(5) 水压试验。汽车修理中水压试验主要用于检查气缸体和气缸盖有无裂纹。

(三) 汽车零件检测结果及分类处理

根据检测结果，零件可分为可用零件、需修零件和报废零件 3 类。

1. 可用零件

可用零件是指符合修理技术标准，可以继续使用的零件。但可用零件在重新装回时要进行适当调整。例如，零件由于磨损而使配合副间隙增大，应当调整到合适间隙。

2. 需修零件

需修零件是指不符合使用技术标准，但通过修理能使其符合修理技术标准且经济合算的零件。

对变形零件采用冷(热)拉、压的方法进行矫正；对磨损零件，如轴、孔类零件用机械加工的方法按分级尺寸将零件加工到规则形状，再换用加大(或缩小)至同一尺寸级别的配合件。有些磨损零件可用镶套法、涂镀法、喷焊法、电镀法修复。裂纹零件可用焊接法、胶黏法、螺钉填补法修复，但重要零件如曲轴、转向节、转向拉杆等不允许拼焊。

3. 报废零件

报废零件是指不符合修理技术标准(如超过极限尺寸)且无法修理或无修理价值的零件。报废件应恰当回收。

零件的检验分类对汽车的修理质量及成本将产生很大的影响。由于检验分类不当，将可用零件划分为需修或报废零件，会造成修理成本的提高；反之，报废零件或需修零件被划分为可用零件，将造成修理质量的下降。

素养园地

“中国内燃机和汽车教育的奠基人”潘承孝

在 20 世纪 20 年代，当汽车、内燃机还是新的学科时，潘承孝就远涉重洋到美国学习这门学科并于 1927 年 2 月学成回国。20 世纪 30 年代，中国大学开设汽车、内燃机这两门课程者还是屈指可数，潘承孝是最早一批讲授这两门课程的教授之一。当时有“南黄北潘”之称，即南方有黄叔培教授讲授有关汽车方面的课程，北方则有潘承孝讲授。当时我国尚无自己的汽车工业，但无疑他已为祖国的汽车工

业播下了人才的种子。中华人民共和国成立后的 1950 年，重工业部领导下成立的“汽车工业筹备组”，初期只有 10 多人，其中就有他的学生 4 人。曾任天津大学校长的内燃机著名学者、中国科学院学部委员史绍熙教授，在他的一篇文章里曾写道：“我之所以选择了内燃机这个研究领域，数十年矢志不移，说在话是发端于潘老对我的启蒙。”又如吉林工业大学校长陈秉聪教授、长春汽车研究所所长陆孝宽、上海交通大学造船系教授李渤仲、大连理工大学造船系胡国栋教授等，都曾受业于潘承孝。他们都在内燃机、汽车学科方面做出了突出的贡献。

潘承孝从事工程教育 60 多年，有丰富的办学经验，为发展祖国工业培养出大量人才，付出了他毕生的心血。