

新世纪
高等职业教育规划教材



汽车诊断与维修

蒲永峰 主 编
孙宏卫 副主编



机械工业出版社
China Machine Press

新世纪高等职业教育规划教材

汽车诊断与维修

主 编 蒲永峰
副主编 孙宏卫
参 编 覃 群 范爱民
主 审 王学志



机械工业出版社

本书从汽车常见故障诊断入手,介绍了故障诊断、维修的一般方法,将理论知识穿插到诊断与维修的过程中,并以广东及华南沿海地区常见轿车和少量货车、客车为例,系统介绍汽车发动机、底盘和车身各部分诊断与维修的基本理论和实践技能。维修方法上,突出检测诊断、维护、调整及零件更换。

本书为高职高专汽车检测与维修技术专业教材,也可供有关技术人员、汽车维修技师和汽车维修工参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车诊断与维修/蒲永峰主编. —北京:机械工业出版社, 2002.7

新世纪高等职业教育规划教材

ISBN 7-111-10406-4

I. 汽... II. 蒲... III. ①汽车-故障诊断-高等学校:技术学校-教材②汽车-故障修复-高等学校:技术学校-教材 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 039212 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:赵爱宁 冯春生 版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京第二外国语学院印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·17.25 印张·427 千字

0001—3000 册

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677—2527

封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
副主任委员	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
委员	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
委	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
员	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育”。教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了这套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共 21 本书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

随着改革开放的逐步深入和经济全球化,国内特别是华南沿海地区进口汽车有增加趋势,其中低档汽车逐渐进入报废期,中、高档汽车比例上升,促使我们提高使用、维修水平。另一方面,国内汽车制造企业也奋起直追,努力提高产品质量。像广州本田雅阁、上海通用别克、一汽大众捷达等汽车其质量稳步提高、产销量飞速增长。在去年加入 WTO 后,各厂家不断开发出赛欧、宝来、POLO 等新车型,使国内汽车消费市场越来越热。随着人民生活水平不断提高,汽车特别是轿车开始进入百姓家庭,将使汽车保有量大大增加,汽车维修行业因此充满新希望。

汽车传统机械技术已日臻完美,加之不断采用新材料、新结构、新工艺和新的维护方法,使汽车的磨损极大减少,故障率降低,可靠性提高。传统的按大修工艺流程的修理作业方式和零件修复为主的作业内容早已淘汰。由于电子计算机控制技术的广泛采用和人类对安全、环保的日益重视,清洁能源技术、智能化、自动化控制技术将在新世纪被大量应用于汽车。多功能汽车(如 MPV、SUV、网络化汽车、智能化汽车甚至可飞行汽车)也已经或逐步投入使用。近期国家明确规定淘汰化油器汽车,表明了国家加快汽车技术进步的决心。另一方面,现代检测技术逐渐成熟,为不解体检验和准确确定维修内容提供了较好的技术和手段,使汽车在车诊断内容更全面、更准确。汽车维修行业发展到今天,对检测技术和设备的运用越来越多,为准确诊断故障创造了条件,使盲目大拆大卸、费工费时的现象大大减少。汽车检测诊断与维修技术已经步入了一个新的时代,因此对汽车技术人员的专业知识和能力也提出了越来越高的要求。

本书以广东及华南沿海地区常见的轿车和少量载货车、客车为例,系统介绍了汽车发动机、底盘和车身各部分诊断与维修的基本理论和实践技能知识。考虑到当前汽车维修行业很少进行整车大修,而以检测诊断、维护、零件更换、调整为主的特点,本书删去了大量的在现代汽车维修中已不采用的零件修复内容,突出检测诊断、维护与调整。从介绍汽车故障入手,按照“常见故障现象——检测与原因分析——维护或零部件拆检——装配与调试”的方式编写,力求符合目前实际和便于读者阅读理解。

本书具有较强的实用性、可读性、新颖性。可作为高等职业技术教育汽车专业教材和中级、高级汽车维修工培训用书,也可供企业技术人员和汽车维修工参考。

在编写本书的过程中,编者尽量结合多年企业实践经验和广东白云职业技术学院等院校汽车专业教学实际,内容由浅入深,以传授实用新技术为主要目的,适当加入了必需的理论知识。

全书共分三篇。第一篇介绍必要的汽车检测诊断与维修理论知识,由广东白云职业技术学院蒲永峰老师编写;第二篇、第三篇分别介绍发动机、底盘与车身检修技术,其中三、四、五章由广西机电职业技术学院覃群老师编写,第六、八、十一、十二章由蒲永峰编写,第七、九、十章由广东白云职业技术学院范爱民老师编写,其余各章由广东白云职业技术学院孙宏卫老师编写。全书由深圳元征科技股份有限公司总工程师王学志教授主审。

由于编者努力尝试教材改革，但水平有限，时间过紧，书中定有不妥之处，敬请读者批评指正。

编 者

2002 年 4 月

目 录

前言

第一篇 概 论

第一章 汽车的故障与诊断	1
第一节 汽车的常见故障	1
第二节 汽车故障的诊断	3
第二章 汽车维修工艺与设备	25
第一节 汽车零件失效分析	25
第二节 汽车零件检测	30
第三节 汽车维修制度及工艺组织	39
第四节 汽车维修设备	45
第五节 汽车维修安全工作	49

第二篇 发动机诊断与维修

第三章 发动机不能起动的检修	53
第一节 点火系统的检修	53
第二节 燃料供给系统的检修	60
第四章 发动机温度异常的检修	67
第一节 概述	67
第二节 发动机温度异常的检修	71
第五章 机油压力、质量、消耗异常的检修	81
第一节 润滑系技术状况变坏及常见故障	81
第二节 润滑系主要部件的修理	83
第六章 发动机转速不稳的检修	93
第一节 发动机无怠速、怠速不稳、怠速过高的检修	93
第二节 柴油机转速不稳、游车、飞车的检修	96
第三节 发动机不能熄火、失速、自动熄火的检修	100
第七章 发动机振抖、异响的检修	106
第一节 发动机异响的检修	106
第二节 发动机振抖的检修	117
第八章 发动机动力性、经济性下降	

的检修	125
-----	-----

第一节 机体组检修	125
第二节 配气机构修理	130

第九章 汽车排放异常的检修

第一节 汽车异常排烟的检修	136
第二节 怠速污染物排放超标的检修	139
第三节 汽车排放控制系统的检修	149

第十章 发动机的装配、调整与检测

测	153
第一节 发动机的装配	153
第二节 发动机磨合与调整	159
第三节 发动机的检测与验收	161

第三篇 底盘、车身检测与维修

第十一章 传动系统检修

第一节 传递动力不可靠的检修	163
第二节 传动系统异响、过热、振抖的检修	172
第三节 传动系漏油的检修	177

第十二章 转向系统检修

第一节 转向操纵不灵的检修	179
第二节 转向沉重的检修	180
第三节 转向不回位的检修	183

第十三章 制动系统检修

第一节 制动不良的检修	187
第二节 制动失效的检修	196
第三节 制动跑偏的检修	198
第四节 制动拖滞的检修	201
第五节 驻车制动失效的检修	205
第六节 制动系统的拆检、维护、装配、调试	206

第十四章 行驶系统检修

第一节 汽车行驶跑偏的检修	215
第二节 汽车行驶摆头的检修	216
第三节 轮胎异常损伤的检修	219
第四节 轮毂过热的检修	221

第五节	汽车行驶阻力增大的检修·····	221	第三节	车架检修·····	246
第六节	行驶系统的拆检、维护、装配、 调试·····	223	第十六章	汽车总装、检测及验收·····	250
第十五章	车身检修·····	235	第一节	变速器、驱动桥的装配、磨合、 调试·····	250
第一节	车身振抖的检修·····	235	第二节	汽车总装、检测及验收·····	262
第二节	车身校正·····	237	参考文献	·····	268

第一篇 概 论

第一章 汽车的故障与诊断

第一节 汽车的常见故障

随着汽车行驶里程的增加，汽车的技术状况变差，动力性、经济性下降，使用可靠性降低，故障率上升，严重时汽车不能正常运行。

一、汽车技术状况

汽车技术状况的好坏一般用汽车使用性能指标、汽车装备的完善程度以及车辆外部完好状况来进行综合评价。汽车使用性能指标包括：

1. 动力性

汽车的动力性是指汽车直线行驶在良好路面所能达到的平均行驶速度，包括最高车速、加速时间、最大爬坡度三个方面。如果汽车由于发动机磨损、点火时刻失准、离合器打滑等引起最高车速降低、加速时间变长、爬坡能力下降，说明汽车的动力性下降，需要进行检测与维修。

2. 经济性

汽车的使用经济性主要由燃油经济性、润滑材料消耗率、轮胎损耗、维修费用等几个指标反映。燃油经济性一般用每行驶百公里燃油消耗量（升）或单位燃油可行驶里程数来衡量。润滑材料消耗率（如发动机机油消耗率）用润滑材料消耗量与燃油消耗量的比率百分数来衡量。

3. 制动性

制动性是指汽车行驶时能在短距离内减速或停车且维持行驶方向的稳定性和在下长坡时能维持一定车速的能力。

4. 操纵稳定性

操纵性是指汽车能够确切地响应驾驶员转向指令的能力；稳定性是指汽车受到外界干扰时保持稳定行驶的能力。两者互相关联。

5. 平顺性

汽车的平顺性就是保持汽车在行驶过程中乘员所处的振动环境具有一定的舒适度的性能。

汽车在使用过程中会由于零件自然磨损，材料、结构不合理，加工装配质量不好以及汽车运行条件较差、使用维护不当而引起使用性能全面下降或部分使用性能指标下降。其中汽车的制动性和操纵稳定性对汽车的行驶安全特别重要，在诊断与维修中应高度重视。

二、汽车的可靠性

汽车的可靠性是指汽车在规定条件下和规定时间内能稳定、安全行驶的能力。包括固有可靠性和使用可靠性。固有可靠性是指汽车在设计制造时赋予的内在质量，只能通过重新设计和改造才能提高。使用可靠性是汽车使用中所表现出来的质量，可以通过维修手段保持和提高。汽车在使用中技术状况下降，故障率上升，使汽车不能安全行驶，说明汽车可靠性下降。

三、汽车的故障

汽车故障种类繁多，原因复杂，所以汽车维修工作难度较大。如果明确了故障现象和类型，掌握了汽车故障规律，就会使汽车的诊断与维修工作进展顺利。

1. 汽车的故障规律

汽车故障是指汽车中的零部件或总成部分地或完全地丧失了汽车原设计规定功能，使可靠性下降的现象。汽车故障的出现有其一定规律，这种规律用故障率来表示。

汽车的故障率是指汽车发生故障的频率随行驶里程或行驶时间而变化的规律。了解和掌握这一规律，对我们正确使用和维护车辆，准确及时判断和排除故障，优质高效地修理汽车都有重要意义。图 1-1 所示为汽车的故障率曲线，图中横坐标 t 代表时间（行驶里程），纵坐标 λ 代表故障率。曲线两端高、中间低平，呈浴盆状，也称“浴盆曲线”。

为分析故障规律，我们将曲线分为三段，对应故障率随时间变化的三个时期。

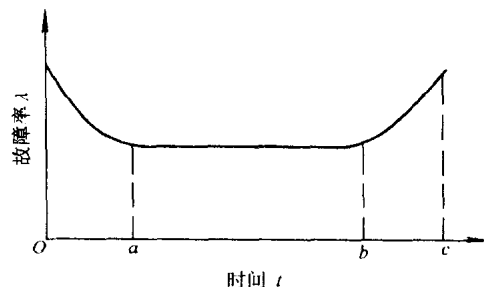


图 1-1 汽车故障率曲线

(1) 早期故障期 ($0a$) 新车或刚大修过的汽车使用初期。由于材料缺陷、零件加工刀纹及残留物、工艺过程引起的应力、装配与调整的质量不适应汽车使用条件等，使故障率较高。随着走合期的结束及走合维护的完成，故障率迅速下降。

(2) 随机故障期 (ab) 是汽车的正常使用时期，故障率较低，不随时间而变化。曲线平坦，看不出变化规律，故障的出现是随机的。

(3) 耗损故障期 (bc) 随着行驶里程的延长，汽车零件失效增多，可靠性下降，故障率急剧上升，进入换件（定期更换易损件）、大修或报废期。

2. 汽车的故障分类

汽车故障是指汽车部分地或完全地丧失了汽车原设计功能的现象。

汽车故障按性质分为：丧失功能的故障，如行驶跑偏、转向失灵、发动机不能起动等；性能指标下降的故障，如发动机功率下降、油耗上升、排放超标等；出现异常现象的故障，如噪声、过热、振动等。

汽车故障按造成后果的严重程度又可分为轻微故障、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，用随车工具作适当调整即可排除。如气门脚响，点火、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、过滤器堵塞、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, 并且不能用更换零件或用随车工具在短时间内排除。如发动机拉缸、抱轴、烧瓦、打齿轮等。

(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。

3. 汽车的常见故障现象

现代汽车由于结构复杂, 出现的故障也多种多样, 归纳起来有以下几个方面。

(1) 工作异常 汽车使用可靠性下降, 不能正常行驶, 例如: 发动机突然熄火, 无法启动; 动力性突然下降, 油耗明显上升等。

(2) 异响 汽车某个部位发出不正常响声, 此类故障一般可及时发现和排除, 否则可能酿成大的机件事故。经验证明, 凡声响沉闷, 并伴有明显振颤现象时, 表明汽车可能存在恶性故障, 此时应立即停车关机, 查找原因, 判明故障部位。异常响声因故障部位不同而各异。

(3) 过热现象 汽车在工作过程中, 某一总成的温度超过正常工作温度的现象。例如发动机过热, 说明冷却、点火系统有故障, 如果不及时排除, 就会引起早燃、爆震、行驶无力等症状。

(4) 渗漏现象 渗漏一般指燃油、润滑油、冷却液、制动液等的渗漏。渗漏容易导致零件过早磨损、机件损坏及工作失灵等后果。

(5) 排气异常 发动机排气管排出的废气, 在燃烧不正常的情况下, 排气的颜色也不正常。对汽油机而言, 正常的废气应无明显的烟雾, 如果气缸烧机油, 废气呈蓝色; 如果燃烧不完全, 废气呈黑色; 燃油中含水, 则废气呈白色。

(6) 燃料、润滑材料消耗异常 燃料、润滑材料如果消耗异常, 也是故障症状。机油消耗过多, 除了渗漏原因以外, 多数是由于发动机活塞与气缸壁的配合间隙过大等原因, 这时常伴有加机油口处大量窜烟或脉动窜烟, 废气颜色也不正常。如果发动机在工作中, 机油容量增加, 则可能是冷却水或汽油渗漏到油底壳。

(7) 异常气味 若发动机过热或烧机油、离合器片打滑严重等, 都会散发出一种糊味。电线烧蚀、电路短路搭铁时也有臭味, 行车中一旦发觉有异常气味, 应立即停车查明故障所在。

第二节 汽车故障的诊断

汽车故障的现象繁多, 原因错综复杂。汽车维修首要的、重要的工作之一就是如何正确诊断故障。

传统的汽车故障诊断是建立在人工经验检查的基础上。随着现代汽车技术的发展和大量电子化检测设备的出现, 汽车故障诊断向科学、准确、不解体的方向发展, 从而大大提高了汽车维修的快捷程度和可靠程度。

一、故障诊断方法分类

目前汽车故障诊断可归纳为四种方法。

1. 经验诊断法

是依靠人工的观察和感觉,进行推理分析和逻辑判断来诊断故障的类型和部位的方法。这种方法必须依赖于维修人员的长期经验积累和反复观察才能掌握。

2. 检测诊断法

利用各种检测仪器和设备获取汽车的各种数据,并根据这些数据来定量地判断汽车的技术状况,称为检测诊断法。例如用万用表检测电压、电阻;用侧滑试验台诊断行驶系故障等。

3. 汽车电子监测自诊断系统

采用电子计算机及各种传感器、执行器对发动机、变速器等进行电子控制的同时,还可在汽车工作时对汽车进行动态监测,当可能出现故障时,能及时在显示器上提供出不同的故障码信息,以便及早发现及排除即将出现的故障。这一方法对于汽车电子控制系统十分有效,而且快捷准确。

4. 电脑诊断法

汽车电脑故障诊断仪(俗称解码器)能把汽车电子控制单元(ECU)自诊断系统储存的各种故障信息提取出来,然后进行整理、比较和翻译,以清晰的文字、曲线或图表方式显示出来,人们可以根据这些传送出来的信息判断故障的类型和发生部位。它还可以向汽车电脑发出指令,进行静态和动态的诊断。

二、常用检测诊断参数、检测方法与设备

在汽车维修进厂检验和出厂检验时,要对整车性能参数进行检测,当发现整车性能参数发生变化时,再进行汽车各系统的深入检测与诊断。汽车整车的性能参数直接反映整车的技术状况,是评定使用、维修质量的重要依据。根据故障类型不同,检测的内容和设备也不同。

(一) 整车输出功率的测定

汽车整车的输出功率是评价汽车技术状况的基本参数之一,可以用来获知汽车驱动轮的输出功率或牵引力,以便评价汽车的动力性。用获得的驱动轮输出功率与用发动机测功机测出的发动机输出功率进行对比,可求出传动效率,以便判定底盘传动系的技术状况。底盘测功试验台能够在室内模拟汽车的各种运行工况,进行汽车性能试验和汽车各系统的技术状况诊断。它以汽车驱动轮带动滚筒旋转,并且通过加载装置模拟汽车在道路上行驶时的各种阻力,再现汽车行驶中的各种工况,从而实现汽车在各种转速下驱动轮上的输出功率或牵引力的测定。

在底盘测功试验台上可以再现汽车在道路上行驶的各种工况,因此除可以进行底盘输出功率测定外,还可以进行汽车性能试验和发动机与底盘各系统技术状况诊断。

1. 汽车性能试验

试验台上的加载装置可用来吸收和测量驱动轮上的功率或牵引力,还可以通过调节试验台上测功器的负载,模拟汽车在道路上行驶时所受到的各种阻力。加装飞轮的底盘测功试验台,其飞轮的转动惯量可以等效试验汽车加速时的惯性力即加速阻力。因此,可以模拟汽车在行驶时的各种工况,进行整车性能如加速性能、爬坡性能和滑行性能等试验,车辆等速油耗量 and 多工况油耗量试验以及车速表指示误差校验等。因此,现代底盘测功试验台已可用电模拟惯性力来实现多工况试验。

2. 发动机和底盘各系统技术状况诊断

凡需要汽车在运行中进行检测与诊断的项目,只要配备所需的仪器,均可在滚筒式底盘测功试验台上进行,如检测各种工况下的废气成分与烟度,检测汽油机点火提前角与柴油机喷油提前角,诊断各总成或系统的噪声与异响(包括经验诊断法),观察汽油机点火波形与柴油机供油波形,检测各总成工作温度和各电气设备工作情况等。

在底盘测功试验台上还可以诊断传动系各总成技术状况,如离合器打滑、传动轴摆振、变速器异响、跳挡等。在惯性式底盘测功试验台上,当测得底盘输出功率后,立即踩下离合器踏板,利用试验台对汽车的反拖,可测得传动系消耗功率。这种试验台,如果将测得的同一转速下的底盘输出功率与传动系消耗功率相加,就可以求得这一转速下的发动机的输出功率。

从底盘测功试验台上测出的驱动轮输出功率与发动机的输出功率相比,可以求出底盘的传动效率。当被测车传动效率低于常规值时,说明消耗于传动系的功率增加。损耗的功率主要消耗在各运动件的摩擦和搅油上。因此,通过正确的调整和合理的润滑,传动效率会得到提高。

(二) 汽车异响的检测与诊断

由于汽车异响比较复杂,目前仍以经验判断为主,但也有利用较先进的综合检测仪来检测的,主要用于发动机检测。例如深圳元征 EA1000 型、BOSCH FSA—560 型。它们主要根据异响的振动波形、振幅、频率来进行判断。

1. 加速运转时用听诊器诊断发动机异响

这种听诊器是诊断发动机异响,确定发动机故障部位的一种既经济又十分有效的检测工具。JTQ—1 型机器听诊器的组成如图 1-2 所示。听诊器可以调节音量,因此即使是微小的响声也可清晰地听见。并设有外接磁带记录仪插口,可将异响记录下来。

2. 用示波器诊断发动机异响

物体因振动而发声。当发动机运动件的配合间隙过大或配合表面损伤时,在运转中便会产生机械振动并发出异响。不同的运动件在不同的运转工况下,产生不同特性的机械振动,其振动频率和振幅各不相同,因而发动机异响的强弱和音调的高低也就各不相同。利用振动传感器把引起异响的各种机械振动信号转换为电信号,再经选频放大之后送入示波器,在示波器荧屏上显示异响或振动的波形。根据波形的振幅和频率可以判断出产生异响的机件及其技术状况。该诊断方法需借助于异响测试仪、频谱分析仪来检测传动系状况。

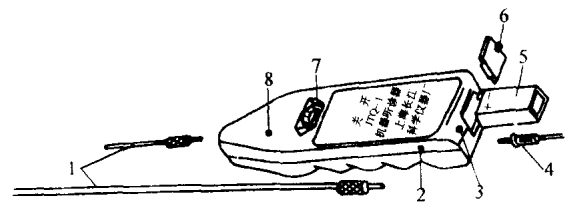


图 1-2 听诊器的组成

1—探针 2—记录仪插口 3—耳机开口 4—耳机插塞
5—电池 6—电池盖 7—开关及音量控制 8—电源指示灯

(三) 汽车污染物的测量

1. 汽油车怠速污染物测量分析

汽油车怠速工况是指发动机在运转中,离合器处于接合位置,加速踏板处于松开位置,变速器处于空挡位置(装用自动变速器时换挡操纵手柄位于停车或空挡位置),采用化油器的供油系统其阻风门处于全开位置。

汽车维修中一般用专用废气分析仪(详见第九章第二节)检测怠速时的 CO、HC 化合物、NO_x 化合物等污染物及 CO₂、O₂ 的体积分数,与国家标准比较,以确定是否检修。

汽油车怠速污染物超过标准时，其主要原因是汽油机供油系调整不当所致。除发动机供油系的调整对排气污染物的成分、体积分数有影响外，点火系和冷却系工作状态及曲柄连杆机构技术状况，对排气中 CO、HC 的体积分数也有影响。

测量时汽车进气系统应装有空气过滤器，排气系统应装有排气消声器，并不得有泄漏；应保证取样探头插入排气管的深度为 400mm，并能固定于排气管上；发动机冷却水和润滑油温度应达到规定的热状态；按汽车制造厂使用说明书规定的调整法调整好怠速和点火正时。

测量方法是：

- 1) 发动机由怠速工况加速至 0.7 倍的额定转速，维持 60s 后降至怠速状态。
- 2) 把指示仪表的读数转换开关置于最高量程挡位。
- 3) 将取样探头插入汽车排气管中，深度等于 400mm，并固定于排气管上。
- 4) 一边观看指示仪表，一边用读数转换开关选择适于所测废气体积分数的量程挡位。发动机在怠速状态维持 15s 后开始读数，读取 30s 内的最高值和最低值，取其平均值为测量结果。若为多排气管时，取各排气管测量结果的算术平均值。
- 5) 检测工作结束后，把取样探头从排气管里取出来，让它吸入新鲜空气工作 5min，待仪器指针回到零位后再关掉电源。

2. 柴油车自由加速烟度检测结果分析

我国早期采用滤纸式烟度计测试柴油车自由加速烟度，测试时需从排气管抽取规定容积的废气，并使之通过规定面积的标准洁白滤纸，滤纸被染黑的程度称为烟度。滤纸全黑时烟度为 10，没有受到污染时烟度为 0。滤纸式烟度计的结构、原理及使用方法见第九章第一节。

因滤纸烟度测试法的随机性较大，2001 年 1 月 1 日开始，我国实施 GB 3847—1999《压燃式发动机和装用压燃式发动机的车辆排气可见污染物限值及测试方法》，其中规定装用压燃式发动机的汽车在型式认证和生产一致性检查过程中，采用不透光烟度计测试排放物烟度。

不透光烟度计是一种利用透光衰减率测定排气烟度的仪器。它有一个测试管和一个校正管。管的一侧是发光源，另一侧是光电管。将需测试的一部分废气导入测试管，将干净空气导入校正管。光电管可测出透过测试管的光线的衰减量，并与校正管作零点校正。显示仪表从 0~100 均匀分度，光线全通过时为 0，全遮挡时为 100。

柴油车自由加速烟度超过标准的主要原因是柴油机供油系调整不当。此外，柴油机气缸活塞组和曲柄连杆机构的技术状况及柴油的质量等对烟度排放也有影响。柴油机供油系调整不当和相关系统技术状况的变化，主要表现在柴油机冒黑烟、蓝烟及白烟。

(四) 气缸密封性检测

气缸密封性与缸体、气缸盖、气缸垫、活塞、活塞环和进、排气门等零件的技术状况有关。在发动机使用过程中，由于这些零件磨损、烧蚀、结焦或积炭，导致气缸密封性下降，使发动机功率下降，燃油消耗率增加，使用寿命大大缩短。因此，气缸密封性是表征发动机技术状况的重要参数。

在不解体的条件下，检测气缸密封性的常用方法有：测量气缸压缩压力；测量曲轴箱窜气量；测量气缸漏气量或气缸漏气率；测量进气管真空度；测量曲轴箱机油中金属磨屑的含量等。在就车检测时，只要进行其中的一项或两项，就能确定气缸密封性的好坏。

1. 气缸压缩压力的测量

测量气缸最大压缩压力，可以判断气缸密封性的好坏。一般用气缸压力表测量。用气缸压力表测量气缸压缩压力，方法简便，价格低廉，在汽车维修企业中广为应用。但这种方法的测量误差大。

气缸压力表为专用压力表，由表头、导管、止回阀和接头组成。接头有锥形橡胶接头和螺纹接头两种，前者可以压紧在火花塞孔上，后者可以拧紧在火花塞螺纹孔上。

测量时发动机应运转至冷却液温度达到 $85 \sim 95^{\circ}\text{C}$ ，机油温度达到 $70 \sim 90^{\circ}\text{C}$ ，按下面方法测量：

- 1) 拆下空气过滤器；
- 2) 用压缩空气吹净火花塞周围的脏物；
- 3) 拆下全部火花塞；
- 4) 拔下分电器中央电极高压线，使其可靠搭铁，以免发生电击着火；
- 5) 将气缸压力表的橡胶接头插在被测气缸的火花塞孔内，扶正压紧；
- 6) 将化油器节气门及阻风门置于全开位置；
- 7) 用起动机转动曲轴，待表头指针指示并保持最大压力后停止转动；
- 8) 取下压力表，记下读数，按下止回阀，使指针回零；
- 9) 按上述方法依次测量各缸，每缸测量次数不少于两次。

根据 GB3799—83《汽车发动机大修竣工技术条件》的规定，大修后的发动机气缸压缩压力应符合原设计规定——标准值。在用发动机气缸压缩压力不得低于标准值的 25%，汽油机各缸压力差应不超过各缸平均压力的 8%，否则发动机应送厂大修。

常见车型发动机气缸压缩压力的标准值如表 1-1 所列。

表 1-1 常见车型气缸压缩压力

发动机型号	压缩比	气缸压缩压力/kPa	各缸压力差/kPa	测量时转速 / (r/min)	磨损极限压缩压力/kPa
奥迪 100 1.8L	8.5	新车：800 ~ 1100 极限：650	不大于 300		
捷达 EA827	8.5	900 ~ 1100	不大于 300		
上海桑塔纳 AJR 1.8L	9.3 ~ 9.5	1000 ~ 1350	300		750
富康 TU3	8.8	1200	300		
夏利 TJ376Q	9.5	1225		350	
马自达 626 F6	8.6	794 ~ 1127	196	270	
三菱华丽 CA16	8.5	不小于 1130		250	

气缸压缩压力也可以用多功能发动机综合检测仪测量。现以元征 EA1000 型发动机分析仪为例说明其测量方法。

激活相对气缸压力判断菜单，按说明书接通一缸信号夹和电流互感器，用起动机转动发动机曲轴 3 ~ 5s，这时微机系统处理电流信号，并由显示器显示结果。

2. 气缸漏气量的检测

随着气缸活塞组零件的磨损，气缸密封性下降，漏气量增加。发动机动力性、经济性变差，曲轴箱窜气量增加，机油受到污染。

气缸漏气量检测的基本方法是向活塞处于压缩行程上止点的气缸充入压缩空气，观察压力下降的程度，借以判断气缸的密封性。压力下降愈多，气缸漏气量愈多。

检测气缸漏气量可采用 QLY—1 型气缸漏气量检测仪。

QLY—1 型气缸漏气量检测仪（图 1-3）包括减压阀、进气压力表、测量表、校正孔板、橡胶软管、快换管接头和充气嘴。此外还需配备压缩空气源、活塞位置指针和活塞定位盘，若气缸漏气量检测仪测量表的压力示值用百分比表示，则该检测仪即为气缸漏气率检测仪，仪器的示值称为气缸漏气率。指针的位置定为 0%，表示不漏气；指针的位置定为 100%，表示气体全部漏掉。

3. 进气管真空度的检测

进气管真空度是进气管内的压力与大气压力的差值，单位为千帕（kPa）。发动机进气管真空度的大小随气缸活塞组零件的磨损而变化，并与气门组零件的技术状况、进气管的密封性以及点火系和供油系的调整有关。因此，检测进气管真空度，可以用来诊断发动机多种故障。进气管真空度用真空表检测，无须拆卸任何机件，而且快速简便，应用极广。一般发动机综合分析仪也具有进气管真空度检测功能。

（1）测试条件及操作方法

- 1) 起动发动机，并使其以高于怠速的转速空转 30min 以上，使发动机达到正常工作温度。
- 2) 将真空表软管接到进气歧管的测压孔上。
- 3) 变速器挂空挡，发动机怠速运转。
- 4) 读取真空表上的示值。

（2）诊断标准

根据 GB3799—83《汽车发动机大修竣工技术条件》的规定，大修竣工的四行程汽油机转速在 500~600r/min 时，以海平面为准，进气管真空度应在 57.33~70.66kPa 范围内。波动范围：六缸汽油机一般不超过 3.33kPa，四缸汽油机一般不超过 5.07kPa。

进气管真空压力随海拔升高而降低。海拔每升高 1000m，真空压力约减少 10kPa，故检测应根据所在地的海拔高度进行折算。

（五）燃油系统检测

机械膜片式汽油泵可以用汽油泵泵油量仪来检测泵油压力、密封性和泵油量。但应用较广的还是对电控燃油喷射发动机燃油系统的检测。

1. 电喷发动机燃油喷射系统压力的检测与诊断

检测发动机运转时燃油管路内的油压，可以判断电动汽油泵或油压调节器有无故障，汽油过滤器是否堵塞等。检测燃油压力时，应准备一个量程为 1MPa 左右的油压表及专用的油管接头，按下列步骤检测燃油压力：

（1）油压表的安装

- 1) 将燃油系统卸压。起动发动机，在发动机运转中拔下电动汽油泵继电器（或拔下电

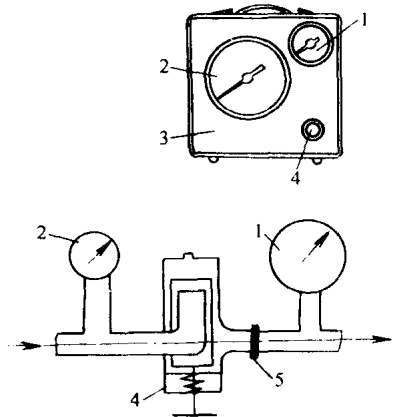


图 1-3 气缸漏气量检测仪示意图
1—测量表 2—进气压力表 3—仪表
面板 4—减压阀 5—校正孔板