



高职高专“十一五”规划教材

汽车类

汽车检测与 故障诊断技术

QICHE



李玉柱 主编





汽车类

高职高专“十一五”规划教材



策划编辑：祁 慧
责任编辑：刘 源
封面设计：王姝文

ISBN 978-7-5024-5006-9



9 787502 450069 >

定价：25.00元

高职高专“十一五”规划教材·汽车类

汽车检测与故障诊断技术

主 编 李玉柱
副主编 王建军 党宝英
主 审 文爱民

北 京
冶金工业出版社
2009

内 容 简 介

本书主要介绍了汽车检测与故障诊断的基础知识,检测方法、标准,诊断方法以及现代汽车检测设备的原理和应用。本书共分为4章,主要内容有概述、汽车发动机的检测与故障诊断、汽车底盘的检测与故障诊断及整车的检测与故障诊断,每章后附有思考题。

本书符合高职教育的特点,内容上既有较强的理论基础,又加强了针对性和应用性,突出新设备、新技术和新标准的应用,力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机地结合起来,特别注重对学生分析问题、解决问题和创新能力的培养。

本书可作为高等职业院校汽车相关专业学生以及中等职业学校汽车类专业学生的教材,也可供汽车维修企业和汽车检测站技术人员在工程实践中参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车检测与故障诊断技术 / 李玉柱主编. —北京:冶金工业出版社, 2009.6

ISBN 978-7-5024-5006-9

I. 汽… II. 李… III. ①汽车—故障检测②汽车—故障诊断 IV. U472.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 096236 号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 刘 源

ISBN 978-7-5024-5006-9

北京天元印务有限公司印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2009 年 6 月第 1 版, 2009 年 6 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 11 印张; 256 千字; 169 页; 1-3000 册

25.00 元

(本书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

前 言

汽车检测与故障诊断技术已经广泛应用于汽车运用、汽车维修、交通管理和环境保护等各个领域。近年来,由于汽车上高新技术的广泛应用以及电子化程度的不断提高,汽车检测与故障诊断技术所包含的知识、涉及的范围、应用的设备和采取的方法不断发生变化。了解汽车的使用性能、正确合理地使用汽车以及正确地选择汽车检测方法等已经变得越来越重要。同时,随着我国汽车保有量的增加,社会对汽车检测与维修人员的需求也不断增加。

本书作为职业院校的专业课教材,在总体安排上以综合职业能力的培养为中心,理论部分以“必须、够用”为原则,突出职业技能的训练和职业素质的培养,选材注重内容的实用性;加强针对性和实用性,力求把传授专业知识和培养专业技术应用能力有机地结合起来,使学生基本素质能够得到提高,同时使学生能够运用所学的基本知识举一反三、触类旁通,为学生今后学习奠定基础,最终要达到学生毕业后即胜任工作岗位的要求。

本书由李玉柱任主编,王建军、党宝英任副主编,王德云、李小洲参加编写。全书由文爱民统稿。

本书在编写过程中得到了许多专家和汽车检测站及汽车维修企业技术人员的大力支持,还参阅了许多国内公开出版、发表的文献和检测设备的使用说明书等,在此一并致谢。

由于编者水平所限,书中如有不足之处敬请使用本书的师生与读者批评指正,以便修订时改进。如读者在使用本书的过程中有其他意见或建议,恳请向编者(bjzhangxf@126.com)踊跃提出宝贵意见。

编 者

目 录

第1章 概述..... 1

- 1.1 汽车检测技术与故障诊断基本情况..... 1
 - 1.1.1 汽车检测与诊断的目的..... 1
 - 1.1.2 检测诊断基础理论..... 1
- 1.2 汽车检测站..... 4
 - 1.2.1 汽车检测站的组成与任务..... 4
 - 1.2.2 汽车检测站的工艺程序..... 6
- 思考题..... 7

第2章 汽车发动机的检测与故障诊断... 8

- 2.1 发动机功率的检测..... 8
 - 2.1.1 发动机台架测功..... 8
 - 2.1.2 发动机的无负荷测功..... 10
- 2.2 气缸密封性的检测..... 12
 - 2.2.1 气缸压缩压力的检测..... 12
 - 2.2.2 曲轴箱窜气量的检测..... 14
 - 2.2.3 气缸漏气量或漏气率的检测..... 15
 - 2.2.4 进气歧管真空度的检测..... 16
- 2.3 点火系的检测..... 17
 - 2.3.1 点火波形分析..... 17
 - 2.3.2 点火正时的检测..... 22
 - 2.3.3 点火系的故障诊断..... 24
- 2.4 柴油机燃料供给系的检测..... 27
 - 2.4.1 柴油机供油压力的检测..... 27
 - 2.4.2 柴油机供油正时的检测..... 30
 - 2.4.3 喷油器技术状况的检测..... 31
- 2.5 润滑系的检测..... 32
 - 2.5.1 机油压力的检测..... 32
 - 2.5.2 机油消耗量的检测..... 33
 - 2.5.3 润滑油品质的检测..... 33
 - 2.5.4 润滑系常见故障诊断..... 36
- 2.6 发动机冷却系故障诊断..... 38

- 2.6.1 发动机过热..... 38
- 2.6.2 冷却液升温缓慢..... 39
- 2.6.3 冷却液消耗过多..... 40
- 2.7 发动机异响故障诊断..... 40
 - 2.7.1 发动机故障与异响..... 40
 - 2.7.2 发动机异响诊断鉴别..... 42
- 思考题..... 46

第3章 汽车底盘的检测与故障诊断 48

- 3.1 底盘测功试验台..... 48
 - 3.1.1 底盘测功试验台的基本结构与工作原理..... 48
 - 3.1.2 底盘测功试验台的测功方法..... 53
- 3.2 传动系的检测..... 54
 - 3.2.1 滑行距离和传动系功率消耗的检测..... 54
 - 3.2.2 离合器打滑的检测..... 55
 - 3.2.3 传动系游动角度的检测..... 56
 - 3.2.4 传动系的故障诊断..... 59
- 3.3 转向系的检测..... 66
 - 3.3.1 转向盘转向力的检测..... 66
 - 3.3.2 转向盘自由行程的检测..... 67
 - 3.3.3 车轮定位的检测..... 68
 - 3.3.4 转向系的故障诊断..... 79
- 3.4 行驶系的检测与诊断..... 81
 - 3.4.1 车轮平衡度的检测..... 81
 - 3.4.2 行驶系的故障诊断..... 86
- 3.5 制动系的检测与诊断..... 90
 - 3.5.1 汽车制动性能的检测指标..... 90
 - 3.5.2 汽车制动性能的台试检测..... 92
 - 3.5.3 汽车制动性能的路试检测..... 96
 - 3.5.4 汽车制动性能的检测标准..... 97
 - 3.5.5 制动系的要求..... 100

3.5.6 制动系的故障诊断	101	4.4.2 油耗的测量	137
思考题	106	4.5 汽车起动机和发电机的检测与 诊断	144
第4章 整车的检测与故障诊断	107	4.5.1 起动机的检测	144
4.1 汽车动力性的检测	107	4.5.2 发电机的检测	147
4.1.1 汽车最高车速的检测	107	4.5.3 起动系的故障诊断	149
4.1.2 汽车加速性能的检测	107	4.6 汽车车速表的检测	150
4.1.3 汽车爬坡能力的检测	108	4.6.1 车速表试验台	151
4.2 汽车排气污染物的检测	108	4.6.2 检测方法及评价标准	153
4.2.1 汽车排气污染物及其危害	109	4.7 汽车前照灯检测	155
4.2.2 汽油车排气污染物的检测	110	4.7.1 前照灯的检验指标	155
4.2.3 柴油车排气污染物的检测	123	4.7.2 前照灯的检测仪器及 使用方法	157
4.2.4 检测结果分析	129	4.8 汽车噪声的检测	163
4.3 汽车侧滑的检测	130	4.8.1 噪声的评价指标	163
4.3.1 侧滑试验台	130	4.8.2 声级计及测量方法	164
4.3.2 侧滑的测量方法	135	思考题	168
4.4 汽车燃料经济性的检测	136	参考文献	169
4.4.1 油耗的概念	136		

第1章 概述

汽车的技术状况，是定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能参数值的总和。汽车的技术状况随着行驶里程的增加而逐渐变差，表现为动力性下降、经济性变差、排放污染超标、使用可靠性降低及故障率上升等现象，严重时汽车不能正常运行。

分析和研究汽车的技术状况，借助丰富的维修经验和先进的诊断仪器、设备及时检测和诊断影响汽车技术状况的原因，是提高汽车完好率、延长汽车使用寿命的重要措施。

汽车检测是指为确定汽车的技术状况或工作能力而进行的检查和测量。

汽车诊断是指在不解体(或仅拆卸个别小件)的条件下，为确定汽车的技术状况或查明故障部位及故障原因而进行的检测、分析和判断。

1.1 汽车检测技术与故障诊断基本情况

1.1.1 汽车检测与诊断的目的

汽车检测与诊断的目的是确定汽车技术状况的完好状态和继续行驶的能力，根据故障现象查明故障部位和故障原因，为汽车继续运行或维修提供依据。

汽车检测按目的可分为安全环保检测和综合性能检测两大类。

(1) 安全环保检测：对汽车实行定期和不定期安全运行和环境保护方面的检测，目的是在汽车不解体的情况下，建立安全和公害监控体系，确保车辆具有符合要求的外观、良好的安全性能和符合规定的尾气排放物，在安全、高效和低污染下运行。

(2) 综合性能检测：对汽车实行定期和不定期综合性能方面的检测，目的是在汽车不解体的情况下，对运行车辆确定其工作能力和技术状况，查明故障或隐患的部位和原因；对维修车辆实行质量监督，建立质量监控体系，确保车辆具有良好的安全性、可靠性、动力性、经济性和排放性。对车辆实行定期综合性能检测，又是实行“定期检测、强制维护、视情修理”这一修理制度的前提和保障。

对汽车进行故障诊断，目的是在汽车不解体的情况下，对运行车辆查明故障部位、故障原因，从而进行检查、测量、分析和判断。诊断出故障后，通过调整或修理，及时排除已有故障，确保车辆在良好的技术状况下运行。

1.1.2 检测诊断基础理论

汽车技术状况随着行驶里程的增加会发生变化，各种性能指标可能降低。为保障行车安全，就需要经常检测汽车的技术状况。

1.1.2.1 汽车技术状况的变化

1. 汽车技术状况的分类

表征汽车技术状况的参数分为两大类：一类是结构参数，另一类是技术状况参数。结

构参数是指表征汽车结构的各种特性的物理量,如几何尺寸,声学、电学和热学参数等。技术状况参数是指评价汽车使用性能的物理量和化学量,如发动机的输出功率、扭矩、油耗、声响、排放值和踏板自由行程等。

汽车的技术状况可分为汽车完好技术状况和汽车不良技术状况。

汽车完好技术状况,是指汽车完全符合技术文件规定和车辆使用要求的状况,包括主要使用性能、外观和外形等参数值,都完全符合技术文件的规定。处于完好技术状况的汽车,能正常发挥其全部功能。

汽车不良技术状况,是指汽车不符合技术文件规定的任一要求的状况。处于不良技术状况的汽车,可能是某些主要使用性能指标不符合技术文件的规定,也可能仅是外观、外形及其他次要性能的参数值不符合技术文件的规定。

2. 汽车的工作能力与汽车故障

汽车按技术文件规定的使用性能指标,执行规定功能的能力,称为汽车的工作能力,或称为汽车的工作能力状况。

汽车故障是指汽车部分或完全丧失工作能力的现象。因此,只要汽车工作能力遭到破坏,汽车就处于故障状况。

3. 汽车技术状况变化的外观症状

按照 GB7258—2004《机动车运行安全技术条件》的规定,汽车技术状况变差的主要外观症状有:

- (1) 汽车的动力性变差。
- (2) 汽车的燃料消耗量和润滑油消耗量显著增加。
- (3) 汽车的制动性能变差。
- (4) 汽车的操纵稳定性能变差。
- (5) 汽车的排放污染物和噪声超过限值。
- (6) 汽车在行驶中出现异响和异常振动,存在着引起交通事故或机械事故的隐患。
- (7) 汽车的可靠性变差,使汽车因故障停驶的时间增加。

4. 影响汽车技术状况变化的因素

影响汽车技术状况变化的主要因素有工作条件和使用维护两个方面。

(1) 工作条件。工作条件是影响汽车技术状况的最关键的因素,包括道路条件、装载条件、气候条件和驾驶条件等。

(2) 使用维护。当汽车制造出厂后,其使用寿命和故障发生率在很大程度上就取决于对汽车的正确使用和维护方面。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和不按规定进行定期检测及维护等均会造成汽车零部件的不必要损坏。

1.1.2.2 汽车故障诊断的方法

现代汽车性能越来越完善,结构也越来越复杂,对汽车故障进行诊断的难度也不断增加。故障诊断按其诊断的深度可分为初步诊断和深入诊断。初步诊断是根据故障的现象,判断出故障产生原因的大致范围。深入诊断是根据初步诊断的结果对故障原因进行分析、查找,直到找出产生故障的具体部位。

汽车技术状况的诊断是由检查、测量、分析和判断等一系列活动完成的，其基本方法主要分为两种：传统的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的情况下，借助简单工具，通过问、看、听、摸、闻、试、比、测、想等手段，边检查、边试验、边分析，对汽车技术状况做出判断的一种方法。这种诊断方法具有不需要专用仪器设备，可随时随地进行和投资少、见效快等优点。但是，这种诊断方法存在诊断速度慢、准确性差、不能进行定量分析和需要诊断人员有较丰富的经验等缺点。

2. 现代仪器设备诊断法

现代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方法。该方法可在汽车不解体的情况下，用专用仪器设备检测整车、总成和机构的参数、工作曲线或波形，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和判断汽车的技术状况。现代仪器设备诊断法具有检测速度快、准确性高、能定量分析和可实现快速诊断等优点，但也存在投资大和对操作人员要求高等缺点。使用现代仪器设备诊断法是汽车检测与诊断技术发展的必然趋势。

1.1.2.3 诊断周期

诊断周期是汽车诊断的间隔期，以行驶里程或使用时间表示。诊断周期的确定，应满足技术和经济两方面的条件，以获得最佳诊断周期。最佳诊断周期，是能保证车辆的完好率最高而消耗的费用最少的诊断周期。

确定最佳诊断周期的工作是非常重要的，它既能使车辆在无故障状态下运行，又能使我国维修制度中“定期检测、强制维护、视情修理”的费用降至最低。

1. 制定最佳诊断周期应考虑的因素

(1) 汽车技术状况。在汽车新旧程度不一，行驶里程不一，技术状况等级不一，甚至使用性能、结构特点、故障规律、配件质量不一等情况下，制定的最佳诊断周期也不一样。新车、大修后的车辆，其最佳诊断周期长，反之则短。

(2) 汽车使用条件。汽车使用条件包括气候条件、道路条件、装载条件、驾驶技术、是否拖挂和燃润料质量等。气候恶劣、道路状况差、经常重载、驾驶技术不佳、拖挂行驶和燃润料质量得不到保障的汽车，其最佳诊断周期短，反之则长。

(3) 费用。费用包括检测诊断、维护修理及停驶损耗的费用。若使检测诊断、维护修理费用降低，则应使最佳诊断周期延长，但汽车因故障停驶的损耗费用增加；若使停驶损耗的费用降低，则应使最佳诊断周期缩短，但检测诊断、维护修理的费用增加。

2. 制定最佳诊断周期的方法

根据交通部《汽车运输业车辆技术管理规定》，汽车实行“定期检测、强制维护、视情修理”的制度。该规定要求车辆二级维护前应进行检测诊断和技术评定，根据结果，确定附加作业或修理项目，结合二级维护一并进行。《汽车运输业车辆技术管理规定》又指出，车辆修理应贯彻“视情修理”的原则，既要防止拖延修理造成车况恶化，又要防止提前修理造成浪费。

二级维护前和车辆大修前都要进行检测诊断，其中大修前的检测诊断，一般在大修间

隔里程将结束时结合二级维护前的检测诊断进行。既然规定在二级维护前进行检测诊断,则二级维护周期就是我国目前的最佳诊断周期。根据 GB/T18344—2001《汽车维护、检测、诊断技术规范》,二级维护周期应以行驶里程为基本依据,依据车辆使用说明书的有关规定,同时依据汽车使用条件的不同,由省级交通行政主管部门规定,一般为 10 000~15 000km。

1.2 汽车检测站

汽车检测站是受国家有关主管部门(公安或交通部门)的委托,按国家有关法律、法规和标准规定,借助现代先进的检测仪器和设备,综合运用现代检测技术,对汽车实施不解体检测的机构。汽车检测站能在室内检测出车辆的各种参数并诊断出可能存在的故障,为全面、准确评价汽车的使用性能和技术状况提供可靠的依据。

1.2.1 汽车检测站的组成与任务

汽车检测站不仅是车管机关或行业对汽车技术状况进行检测和监督的机构,而且已成为汽车制造企业、汽车运输企业和汽车维修企业中不可缺少的重要组成部分。

1.2.1.1 汽车检测站的组成

1. 各类汽车检测站的组成

汽车检测站主要由一条或几条检测线组成。对于独立而完整的检测站,除检测线外,还应包括停车场、清洗站、泵气站、维修车间和办公区等设施。

根据检测站职能的不同,检测站可分为安全环保性能检测站和综合性能检测站,它们分属于公安部门和交通部门管理。

根据检测线自动化程度的不同,检测线可分为手动线(检测设备彼此独立)、半自动线(检测设备由计算机控制数据采集、处理和打印结果)和全自动线(在半自动线基础上加上操作过程的控制和指示)。

(1) 安全环保检测站。安全环保检测站一般由一条或几条安全环保检测线组成。有两条以上安全环保检测线时,一般一条为大、小型汽车通用自动检测线,另一条为小型汽车的专用自动检测线,有的还配备一条新规检测线(对新车登录、检测之用)和一条柴油车排烟检测线。

(2) 维修检测站。维修检测站一般由一条或几条综合检测线组成。

(3) 综合检测站。综合检测站一般由安全环保检测线和综合检测线组成,可以各为一条,也可以各为几条。国内交通系统建成的检测站大多属于综合检测站。

2. 汽车检测线的工位布置

不管是安全环保检测线,还是综合检测线,它们都由多个检测工位组成,布置形式多为直线通道式,即检测工位按一定顺序分布在直线通道上,有利于流水作业。

(1) 安全环保检测线。手动和半自动的安全环保检测线,一般由外观检查(人工检查)工位、侧滑制动车速表工位和灯光尾气工位 3 个工位组成。全自动安全环保检测线可以由三工位、四工位或五工位组成。五工位一般是汽车资料输入及安全装置检查工位、侧滑制

动车速表工位、灯光尾气工位、车底检查工位、综合判定及主控制室工位。如图 1-1 所示为国产五工位全自动安全环保检测线。

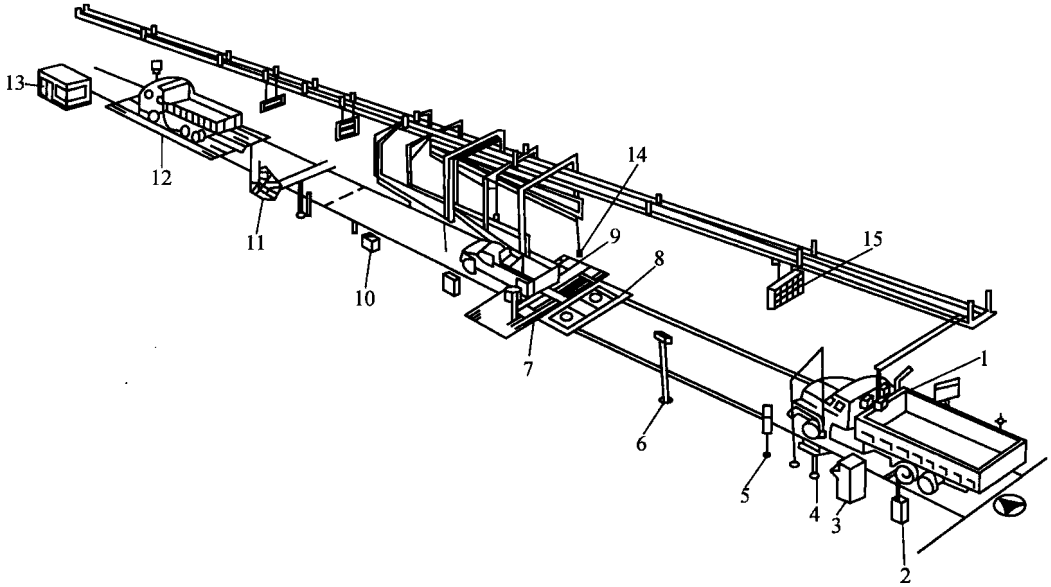


图 1-1 国产五工位全自动安全环保检测线

1—进线指示灯；2—烟度计；3—汽车资料登录微机；4—安全装置检查不合格项目输入键盘；
5—烟度计检验程序指示器；6—电视摄像机；7—制动试验台；8—侧滑试验台；9—车速表试验台；
10—废气分析仪；11—前照灯检测仪；12—车底检查工位；13—主控制室；14—车速表检测申报开关；
15—检验程序指示器

(2) 综合检测线。综合检测站分为 A、B、C 3 种类型。A 级站在国内一般设置两条检测线，一条为安全环保检测线，主要承担车管部门对车辆进行年审的任务；另一条为综合检测线，主要承担对车辆技术状况的检测诊断。其综合检测线一般有两种类型：一种是全能综合检测线，设有包括安全环保检测线主要检测设备在内的比较齐全的工位，这种检测线的检测设备多，检测项目齐全，与安全环保检测线互不干扰，因而检测效率相对较高，但建站费用也高；另一种是一般综合检测线，设置的工位不包括安全环保检测线的主要检测设备，主要由底盘测功工位组成，能承担除安全环保检测项目以外项目的检测诊断，必要时车辆须开到安全环保检测线上才能完成有关项目的检测，国内已建成的综合检测站有相当多是属于这种类型的，与全能综合检测线相比，一般综合检测线设备少，建站费用低，但检测效率也低。

如图 1-2 所示的双线综合检测站中的综合检测线是一种接近全能的综合检测线。它由发动机测试及车轮平衡工位、底盘测功工位、车轮定位及车底检查工位组成，除制动性能不能检测外，安全环保检测线上的其他检测项目均能在该线上检测。

B 级站和 C 级站的综合检测线不包括底盘测功工位。

1.2.1.2 检测站的服务功能

根据 GB/T17993—2005《汽车综合性能检测站能力的通用要求》的规定，其服务功能有：

- (1) 依法对营运车辆的技术状况进行检测。
- (2) 依法对车辆维修竣工质量进行检测。
- (3) 接受委托, 对车辆改装(造)、延长报废期及其相关新技术、科研鉴定等项目进行检测。
- (4) 接受交通、公安、环保、商检、计量、保险和司法机关等部门、机构的委托, 为其进行规定项目的检测。

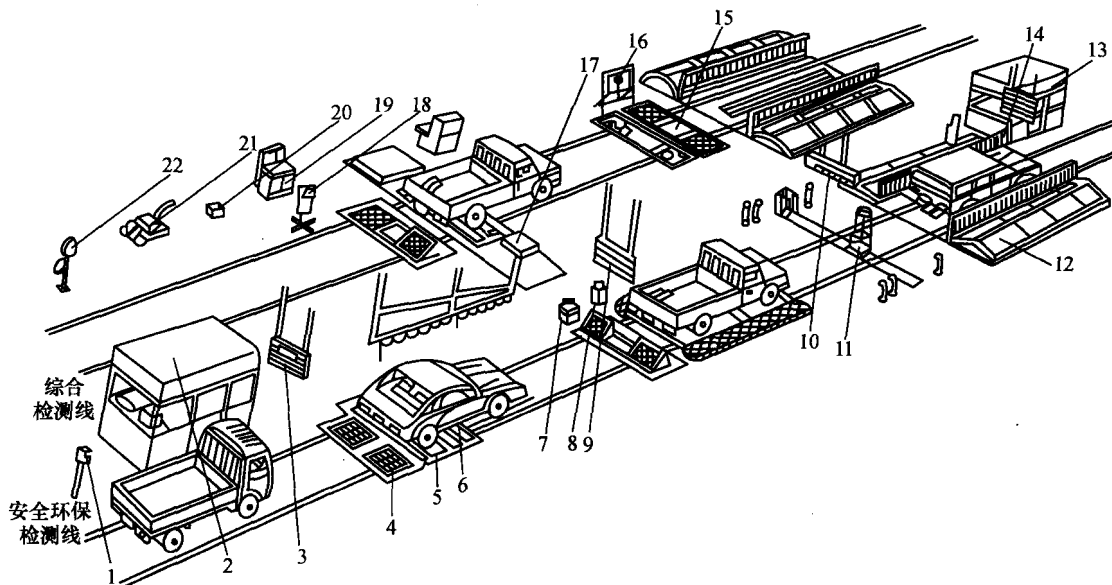


图 1-2 双线综合检测站

- 1—进线指示灯；2—进线控制室；3—L 工位检验程序指示器；4、15—侧滑试验台；5—制动试验台；6—车速表试验台；7—烟度计；8—排气分析仪；9—ABS 工位检验程序指示器；10—HX 工位检验程序指示器；11—前照灯检测仪；12—地沟系统；13—主控制室；14—P 工位检验程序指示器；16—前轮定位检测仪；17—底盘测功工位；18、19—发动机综合测试仪；20—机油清净性分析仪；21—就车式车轮平衡仪；22—轮胎自动充气机

1.2.2 汽车检测站的工艺流程

汽车进入检测站后, 在检测线上只有按照规定的检测工艺路线和程序流动, 才能完成整个检测过程。

1.2.2.1 检测站工艺路线流程

对于一个独立而完整的检测站, 汽车进站后的工艺路线流程如图 1-3 所示。

1.2.2.2 检测线工艺路线流程

检测线的工位布置是固定的, 进线检测的汽车按工位顺序流水作业。以三工位全能综合检测线为例, 其工艺路线流程如图 1-4 所示。

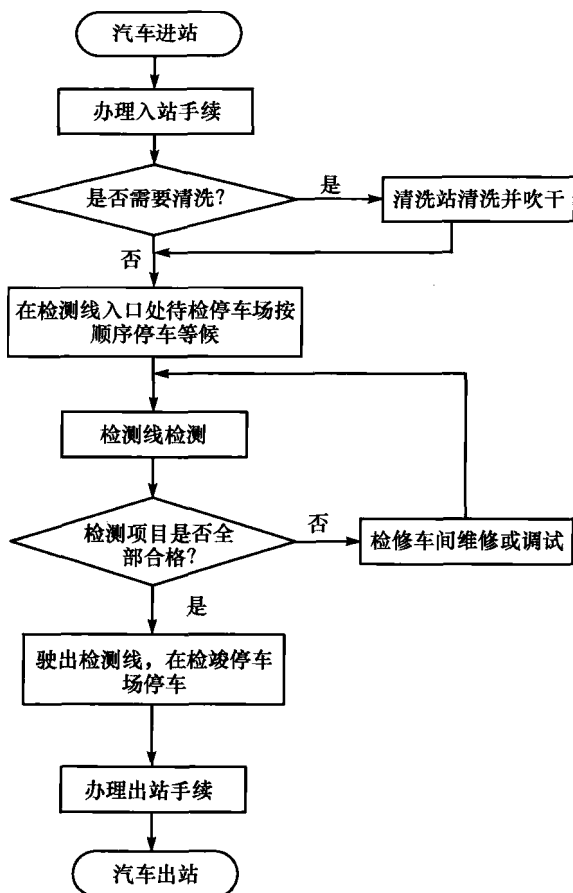


图 1-3 检测站工艺路线流程图

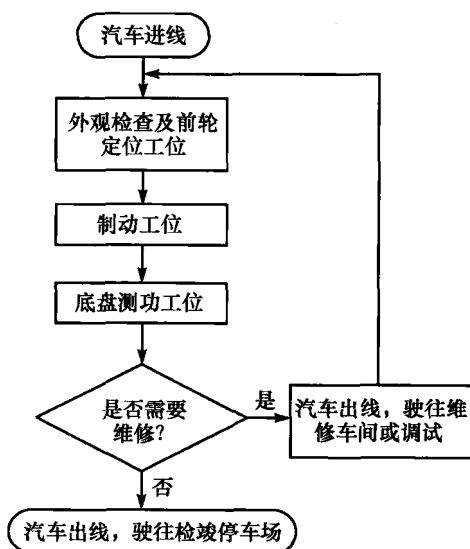


图 1-4 全能综合检测线工艺路线流程图

思考题

1. 什么是汽车检测？什么是汽车诊断？二者间有何区别和联系？
2. 简述汽车检测与诊断的目的。
3. 简述影响汽车技术状况变化的因素。
4. 简述人工经验诊断法和现代仪器设备诊断法各自的优缺点。
5. 简述制定最佳诊断周期应考虑的因素。
6. 简述检测站的组成和任务。

第2章 汽车发动机的检测与故障诊断

2.1 发动机功率的检测

发动机是汽车的动力来源，发动机的性能是评价一部汽车性能好坏的主要因素。发动机经常处于转速与负荷大小和方向不断变化的条件下运转，有些零件还处于高温及高压等恶劣条件下工作，工作条件很不稳定，因而其故障发生率较高，成为检测与诊断的重点对象。

发动机技术状况变化的主要外观症状有：动力性下降，燃料与润滑油消耗量增加，起动困难，漏水、漏油、漏气、漏电以及运转中有异常响声和排烟不正常等。

发动机的有效功率是评价发动机动力性的主要指标。发动机的有效功率是指发动机动力输出轴上输出的功率，是发动机的一项综合性能指标，通过检测，可掌握发动机的技术状况，确定发动机是否需要大修或鉴定发动机的维修质量。发动机有效功率的检测可分为稳态测功和动态测功两种方法。

稳态测功是指在发动机试验台上由测功器测试功率的方法。通过测量发动机的输出转矩和转速，由下式计算出发动机的有效功率：

$$P_e = \frac{M_e n}{9550}$$

式中 P_e ——发动机功率，kW；

n ——发动机转速，r/min；

M_e ——发动机输出扭矩，N·m。

动态测功是指发动机在低速运转时，突然全开节气门或置油门齿杆位置为最大，使发动机加速运转，加速性能的好坏直接反映最大功率。由于这种方法不加负荷，可在测功试验台上进行，也可直接就车进行，因此方便、实用、经济，但测量精度比稳态测功要差。

2.1.1 发动机台架测功

在试验台上测量发动机输出功率的测试设备有转速仪、水温表、机油压力表、机油温度表、气象仪器(湿度计、大气压力计、温度计)、计时器、燃料测量仪及测功器等。

测功器作为发动机的负载，实现对测定工况的负荷调节，模拟汽车实际行驶时外界负载的变化，同时测量发动机的输出转矩和转速，即可算出发动机的功率。

测功器是发动机性能测试的重要设备，主要的类型有水力式、电力式和电涡流式。水力测功器利用水作为工作介质调节制动力矩。电力测功器利用改变定子磁场的激磁电压产生制动力矩。电涡流测功器利用电磁感应产生涡电流形成制动作用。电涡流测功器是目前应用最为广泛的稳态测功设备，本节主要介绍电涡流测功器的结构和工作原理。

2.1.1.1 电涡流测功器的结构与工作原理

1. 电涡流测功器的结构

电涡流测功器因结构形式不同，分为盘式和感应子式两类。现在应用最多的是感应子式电涡流测功器。

如图 2-1 所示为感应子式电涡流测功器的结构图。制动器由转子和定子组成，制成平衡式结构。转子为铁制的齿状圆盘。定子的结构较为复杂，由激磁绕组、涡流环和铁芯组成。电涡流测功器吸收的发动机功率全部转化为热量，测功器工作时，冷却水对测功器进行冷却。

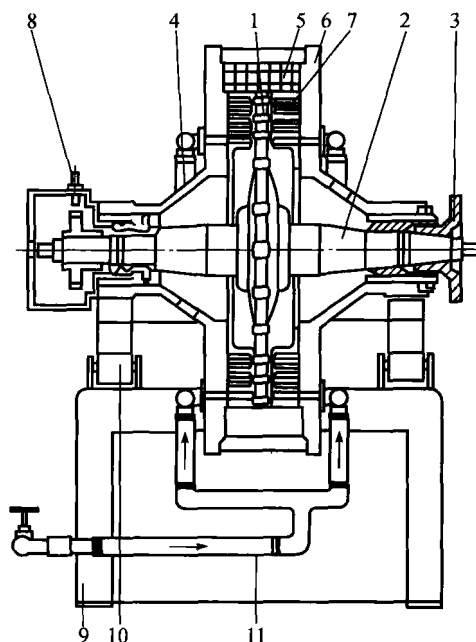


图 2-1 感应子式电涡流测功器结构图

- 1—转子；2—转子轴；3—连接盘；4—冷却水管；5—激磁绕组；6—外壳；
7—冷却水腔；8—转速传感器；9—底座；10—轴承座；11—进水管

2. 电涡流测功器的工作原理

当激磁绕组中有直流电通过时，在由感应子、空气隙、涡流环和铁芯形成的闭合磁路中产生磁通，当转子转动时，空气隙发生变化，则磁通密度也发生变化。在转子齿顶处的磁通密度大，齿根处磁通密度小，由电磁感应定律可知，此时将产生感应电势，力图阻止磁通的变化，于是在涡流环上感应出涡电流，涡电流的产生引起对转子的制动作用，涡流环吸收发动机的功率，产生的热量由冷却水带走。

2.1.1.2 测试过程

- (1) 将发动机安装在测功器台架上，使发动机曲轴中心线与测功器转轴中心线重合。
- (2) 安装仪表并接上电器线路及接通各种管路。
- (3) 检查调整气门间隙、分电器的断电器触点间隙、火花塞电极间隙及点火提前角，紧固各部螺栓螺母。柴油机要检查调整喷油器的喷油提前角、喷油压力、喷油锥角及喷雾

情况。

(4) 记录当时的气压和气温。

(5) 起动发动机, 操纵试验仪器, 观察仪表工作情况, 记录下数据, 根据记录数据计算并绘制出 P_e 、 M_e 、 g_e 曲线。

2.1.2 发动机的无负荷测功

发动机稳态测功试验中需要将发动机从汽车上拆卸下来, 这将耗费大量时间和相关的拆卸设备, 并增加汽车的停歇时间, 增加了试验成本。另外配合件的拆装, 不仅会导致原配合面的改变, 并且会造成密封件和连接件的损坏, 同时将大大缩短机件的工作寿命。发动机无负荷测功, 可以在不拆卸发动机的情况下, 快速测定发动机的功率。

2.1.2.1 发动机无负荷测功的原理

发动机无负荷测功仪不需另外加载装置, 其测量原理是: 对于某一结构的发动机, 它的运动件的转动惯量可以认为是一定值, 这就是发动机加速时的惯性负载, 因此, 只要测出发动机在指定转速范围内急加速时的平均加速度, 即可得知发动机的动力性能。或者通过测量某一定转速时的瞬时加速度, 就可以确定出发动机的功率大小。瞬时加速度愈大, 则发动机功率愈大。

2.1.2.2 发动机无负荷测功的方法

进行无负荷测功时, 首先使发动机与传动系分离, 并使发动机的温度与转速达到规定值, 然后把传感器装入离合器壳的专用孔中, 快速打开节气门(汽油机), 使发动机加速, 此时功率表便可显示被测发动机的功率。为了取得较准确的测量值, 可重复试验几次, 取平均值。

测试时的加速方法, 对汽油机有两种, 一种是通过快速打开节气门加速; 另一种是在发动机运转时切断点火电路, 待发动机转速下降后再接通点火电路加速。

无负荷测功仪可以测定发动机的全功率, 也可测定某一气缸的功率(断开某一缸的点火或高压油路测得的功率和全功率比较, 二者之差即为该缸的单缸功率)。各单缸功率进行对比, 可判断各缸技术状况(主要是磨损情况)。

2.1.2.3 无负荷测功仪的使用的方法

无负荷测功仪既可以制成单一功能的便携式测功仪, 又可以和其他测试仪表组合成为台式发动机综合测试仪。无负荷测功仪的使用方法如下:

1. 仪器自校、预热

按使用说明书, 仪器预热 0.5h, 然后进行自校(无负荷测功仪面板如图 2-2 所示)。把计数检查旋钮 1 拨向“检查”位置, 左边时间(T)表头指针 1s 摆动一次。把旋钮 1 拨向“测试”位置, 把旋钮 3 拨向“自校”位置, 再缓慢旋转“模拟转速”旋钮 2, 注意转速(n)表头指针慢慢向右偏转(模拟增加转速)。当指针偏转至起始转速 $n_1=1\ 000\text{r/min}$ 位置时, 门控指示灯即亮。继续增加模拟转速至 $n_2=2\ 800\text{r/min}$ 时, T 表即指示出加速时间, 以表示模拟速度的快慢。按下“复零”按钮, 仪器表针回零, 门控指示灯熄灭, 表示仪器调整正常。否则, 微调 n_1 、 n_2 电位器。