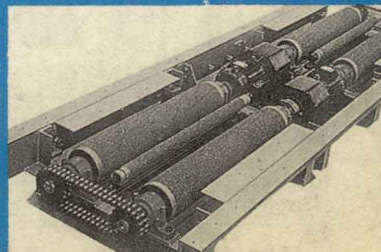
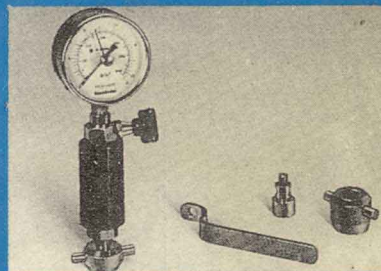
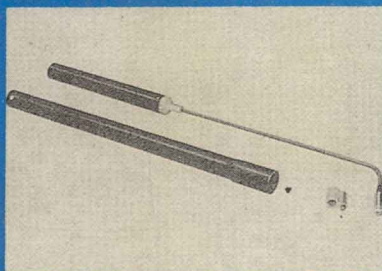
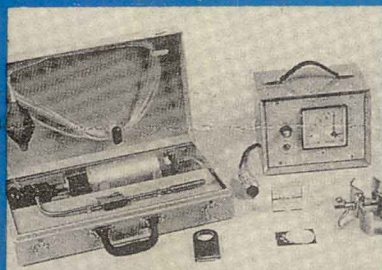
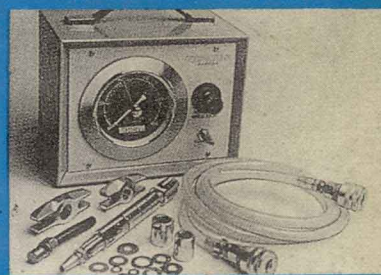


杨德华 主 编 刘家声 副主编

汽车检测与诊断技术

江苏科学技术出版社



汽车检测与诊断技术

主 编 杨德华

副主编 刘家声

江苏科学技术出版社

(苏)新登字第002号

内 容 提 要

全书共分七章。内容包括汽车诊断理论基础,汽车安全性、可靠性、动力性、经济性、噪声与废气排放检测诊断和汽车诊断站设计基础。书中较详细地介绍了检测诊断机理和方法,检测诊断设备的构造、使用、维护、现行检测标准和故障排除方法等。书后附有主要检测设备检定规程(交通部标准)。

本书可供汽车运输企业、汽车维修企业、汽车检测站从事汽车检测的工程技术人员、检测人员学习参考,也可以作为院校汽车运用工程专业、工程机械专业等学习车辆检测诊断技术课程的教学参考书。

汽车检测与诊断技术

主 编 杨德华

副主编 刘家声

出版发行:江苏科学技术出版社

经 销:江苏省新华书店

印 刷:涟水县印刷厂

开本787×1092毫米 1/16 印张33.25 插页2 字数 820,000

1994年10月第1版 1994年10月第1次印刷

印数 1—8,000册

ISBN 7-5345-1839-3

U·15

定价:22.40元

责任编辑 孙广能

我社图书如有印装质量问题,可随时向承印厂调换。

前 言

汽车检测诊断就是在汽车不解体的条件下,应用必要的仪器设备,准确、迅速地确定汽车的技术状况、工作能力和查明故障部位及原因,用以代替多年来传统的单凭检验人员经验判断的落后方法。推广车辆检测诊断技术是检查鉴定车辆技术状况、监督车辆正确使用和维修质量的重要手段,是推进汽车运输现代化管理的一项重要措施。交通部1990年第13号部令《汽车运输业车辆技术管理规定》颁布以后,各地交通运输管理部门和运输单位都纷纷建立车辆检测制度,积极组织推广检测诊断技术,各地汽车综合性能检测站的建设发展迅猛,从事车辆检测诊断工作的人员将不断增加。为此,我们编著了本书,旨在对我国汽车检测诊断工作的发展,推进行业技术管理及满足从事汽车检测诊断工作人员学习的需要等作出一点微薄的贡献。

全书共分七章,第一章主要介绍汽车诊断的基础理论,第二、三、四、五、六章的顺序是按《汽车运输业车辆技术管理规定》中检测诊断的主要内容编排的,包括汽车安全性检测诊断、汽车可靠性检测诊断、汽车动力性检测诊断、汽车经济性检测诊断、汽车噪声与废气排放检测诊断,较详细地介绍了检测诊断机理和方法、检测诊断设备、现行标准和故障的排除方法等。同时对新车(或改装车)的动力性、经济性、可靠性等的试验方法在相应的章节中作了详尽的介绍;第七章简要介绍了汽车诊断站的设计原则。

本书由杨德华主编、刘家声副主编。参加编写工作的有:东北林业大学王禹忱(第一章);江苏省交通厅刘家声(第二章第一节至第三节,第五节至第七节;第四章第一节、第二节);南京林业大学杨德华(第二章第四节;第三章第一节、第五节、第六节、第九节;第四章第三节、第四节;第七章);江苏省交通厅运输管理局施兴成(第三章第二节至第四节、第七节、第八节;第五章);江苏省金陵汽车运输总公司朱信竞(第六章)。

江苏省交通科学研究所高级工程师庄国华、江苏省交通厅高级工程师谢守成对本书进行了认真审阅,并提出了许多宝贵的修改意见,在此谨致衷心谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足之处,恳请读者批评指正。

编 者

1994年1月

目 录

第一章 汽车诊断理论基础	1
第一节 汽车诊断概述	1
一、汽车诊断技术的基本概念	1
二、汽车诊断技术的发展概况	9
第二节 汽车诊断方法	12
一、故障和故障模式	12
二、故障树分析	24
第三节 汽车诊断参数	29
一、概述	29
二、诊断参数	30
三、诊断标准	35
第四节 汽车最佳诊断周期	39
一、最佳诊断周期的意义	39
二、最佳诊断周期的确定	40
三、大型企业的汽车诊断周期	41
第二章 汽车安全性检测诊断	42
第一节 汽车安全性的整车检查	42
一、整车尺寸的检测	42
二、允许总质量及汽车轴荷分配的检测	43
三、汽车最大侧倾稳定角的检测	46
四、方向盘的转动阻力和自由转角的检测	48
五、制动踏板和离合器踏板自由行程与踏板力的检测	49
六、发动机技术状况及安全性的一般检查	51
第二节 转向轮定位与车轮侧滑的检测	54
一、转向轮定位及其稳定效应	54
二、车轮侧滑量与前轮定位的关系	57
三、侧滑试验台的结构	58
四、侧滑试验台的使用	61
五、侧滑试验台的维护	62
六、转向轮定位参数的检测	62
七、转向轮定位参数及侧滑量的调整	66
第三节 转向系故障诊断及转向性能测试	69
一、转向系常见故障的诊断与排除	69
二、动力转向系的常见故障诊断	74
三、动力转向器的台架试验	77
四、转向机动性的检测	80
五、汽车操稳性试验	82
第四节 汽车制动性能检测诊断	107
一、汽车制动性能的评价指标	108
二、汽车制动过程及制动系的诊断参数	110
三、道路试验法检验汽车制动效能	113
四、制动试验台的构造	116
五、制动试验台的使用方法	123
六、制动试验台的维护	128
七、制动系的故障与调整	129
第五节 汽车车速表检测	137
一、车速表误差的形成与测量	137
二、车速表试验台的构造	138
三、车速表试验台的使用方法	139
四、车速表试验台的维护	141
五、车速表故障的排除	141
第六节 汽车灯光的检查	142
一、汽车灯光检测的必要性	142
二、汽车灯光基础知识及检测原理	142
三、前照灯检测仪的构造	145
四、前照灯检测仪的使用方法与维护	148
五、前照灯故障的调整与修复	151
第七节 汽车车轮检测	154
一、车轮对汽车安全性的影响	154
二、车轮不平衡的基本知识	155
三、车轮平衡仪的构造	157
四、车轮平衡仪的使用及车轮平衡方法	160

五、车轮平衡仪的维护	163
六、车轮与轮胎常见故障的诊断与防治	164
第三章 汽车可靠性检测诊断	168
第一节 汽车可靠性行驶试验	168
一、可靠性行驶试验的条件与准备	168
二、可靠性行驶试验内容和方法	170
三、试验数据处理及评价指标计算	174
四、可靠性行驶试验报告	176
五、JLY6121S型双层客车可靠性行驶试验的部分试验结果	177
第二节 汽油机供油系的诊断	186
一、供油系的常见故障和外观特征	186
二、供油系常见故障的诊断	188
三、供油系的检验与调整	190
第三节 柴油机供油系的诊断	197
一、供油系的常见故障和外观特征	197
二、柴油机喷油系的不解体诊断机理	199
三、柴油发动机测试仪的构造和工作原理	199
四、柴油发动机测试仪的使用	203
五、供油系的检查与调整	209
第四节 汽油机点火系的诊断	215
一、传统点火装置的功能及其影响因素	215
二、QFC-3 型发动机综合测试仪工作原理和波形分析	217
三、点火系技术状况诊断	221
四、点火系的检查与故障排除	224
第五节 发动机异响诊断	229
一、概述	229
二、发动机常见异响的诊断	231
三、用频谱分析法诊断发动机异响	236
第六节 曲柄连杆机构和配气机构的诊断	240
一、气缸活塞组密封性的诊断	240
二、进气歧管真空度的检验	245
三、配气相位的测量	247
四、曲柄连杆机构和配气机构的检查与调整	250
第七节 发动机润滑系的诊断	255
一、润滑系的功能及诊断标准	255
二、润滑系的诊断	256

三、润滑系的常见故障与排除	259
第八节 发动机冷却系的诊断	260
一、冷却系的功能及诊断标准	260
二、冷却系的诊断	261
三、冷却系的常见故障与排除	262
第九节 汽车传动系检测诊断	264
一、传动系的检测诊断	264
二、传动系常见故障的诊断与排除	267
第四章 汽车动力性检测诊断	274
第一节 汽车动力性基础知识	274
一、汽车动力性评价指标	274
二、驱动力和行驶阻力	274
三、汽车行驶的驱动与附着条件	277
四、汽车动力性指标的图解法	278
五、汽车的动力因素和动力特性图	282
六、各类汽车整车动力性要求	284
第二节 汽车动力性道路试验	286
一、道路试验的条件与准备	286
二、汽车动力性道路试验项目及方法	286
第三节 汽车底盘输出功率的测定	296
一、底盘输出功率的影响因素	297
二、底盘测功试验台的测量原理	298
三、底盘测功试验台的构造	298
四、底盘测功试验台的使用与维护	303
第四节 发动机功率的测定	306
一、稳态测功与动态测功	306
二、无外载加速测功原理	307
三、无外载加速测功仪的电路原理	309
四、无外载加速测功仪的使用	311
第五章 汽车经济性检测	314
第一节 汽车燃料经济性评价指标	314
第二节 燃料经济性试验的分类比较	316
一、试验分类	316
二、试验分类比较	318
第三节 汽车燃料经济性试验	319
一、发动机燃料经济性试验	319
二、汽车燃料经济性道路试验	331
三、节油产品的试验	335
第四节 汽车燃料消耗量的测量	340

一、容积式油耗计	340
二、重量式油耗计	344
三、流速式油耗计	345
四、油耗计的选择和使用注意事项	346
第五节 汽车使用中的节油措施	349
一、节能管理	349
二、改善车辆技术性能	354
三、提高车辆的驾驶技术	359
四、改善车辆的使用条件	360
第六章 汽车噪声与排放检测诊断	362
第一节 噪声的主要物理参数	362
一、汽车噪声的基本知识	362
二、汽车噪声的评价指标	364
第二节 声级计的构造与使用	365
一、声级计的构造	365
二、声级计的使用方法	370
第三节 汽车噪声的测定方法	371
一、车外噪声的测量方法	372
二、车内噪声的测量方法	374
第四节 汽车废气排放的检测	375
一、汽车废气排放的基本知识	376
二、汽油机排放物中CO和HC浓度的检测方法	380
三、柴油机烟度的检测方法	387
第五节 汽车废气排放物检测仪	390
一、一氧化碳气体分析仪的工作原理	390
二、碳氢化合物气体分析仪的工作原理	392
三、一氧化碳测定器和碳氢化合物测定器的构造与使用方法	393
四、氮氧化合物分析仪器	399
五、新开发的QWJ—1型汽油车尾气检测箱	400
六、计测柴油机排气烟度的仪器	400
第六节 废气排放浓度的控制	407
一、汽油机汽车有害排放物的控制	407
二、柴油机汽车有害排放物的控制	424

第七章 汽车诊断站设计基础

第一节 汽车诊断站的任务和类型

型

一、汽车诊断站的任务

二、汽车诊断站的类型

第二节 汽车诊断站的工艺设计

一、汽车诊断站的工艺计算

二、汽车诊断站的平面布置

第三节 汽车诊断站的通风设计

一、自然通风

二、局部通风

三、全面通风

第四节 汽车诊断站房屋设计要

求

附 录

附录一、汽车排放法规及试验测量

方法

附录二、汽车检测设备计量检定规

程

附录三、首批推荐的在用车检测设

备

附录四、中华人民共和国法定计量

单位

附录五、国际单位制与各种单位的

换算

附录六、常用法定计量单位及其换

算

附录七、常用英美制单位公制单位

换算

附录八、汽车常用换算简表

主要参考文献

第一章 汽车诊断理论基础

第一节 汽车诊断概述

一、汽车诊断技术的基本概念

汽车是一个复杂的机械系统，它由数千种的零件所构成。因此，汽车在长期使用过程中处于各种各样的环境中，承受着各种应力，如外部的环境应力、内部功能应力和运动应力，以及汽车、总成、部件等由于结构和使用条件，如道路、气候、使用强度、行驶工况等的不同，汽车技术状况参数，将以不同规律和不同强度发生变化，或性能参数劣化，最终将导致发生故障。此时，如故障主要是由一种故障类型引起，并充分了解和掌握了这种故障类型的应力，就能够以相当高的精度，定量地预测汽车技术状况的变化；定量地预测性能的劣化或故障，并运用预防维修方式，确定预防故障的对策。此外，即使对故障类型了解的不够透彻，可利用可靠性理论，就是以概率论和数理统计为理论基础，以试验和调查搜集到相当多的故障数据，同样也可以确定防止故障的对策，或控制各种影响因素，使汽车的使用可靠性保持在一定水平上。

必须指出，目前对于某些突发性故障则还很难加以掌握和预防。这类故障的出现具有很大的随机性变化特征。因为这种故障类型不是单一的，而是几种复合到一起，或者是应力不清，或是变动应力。因此，对于突发性故障，只能采用事后维修方式来进行处理。

为了解决上述问题，就必须研究、开发汽车诊断技术，以便尽可能早期发现汽车的故障（或异常），或者在轻微故障阶段将其检测出来，防止故障的发展，恢复汽车的性能。

汽车诊断技术，是依靠先进的传感技术与检测技术，采集汽车的各种具有某些特征的动态信息，并对这些信息进行各种分析和处理、区分、识别并确认其异常表现，预测其发展趋势，查明其产生原因、发生部位和严重程度，提出针对性地维修措施和处理方法。

从上述讨论可知，开展汽车诊断技术既可减少过剩维修，又可避免突发性故障，既保证了技术状况，又提高了经济效益。在采用一整套的故障诊断系统后，只有当汽车运行中发现故障预报（监测）才进行维护或更换零部件，摆脱维护和修理工作中传统的按行驶里程或时间的硬性规定，实现“定期检测、强制维护、视情修理”的方针。这就提高了汽车利用率，最大限度地减少小修和大修的次数，以延长经济使用寿命。并确保汽车运行的安全性、可靠性和经济性。

科学的汽车维修管理体系，主要是在故障发生前能积极预防，而故障发生后又能以最短的停歇时间予以迅速修复。即一切故障在发生前加以防止的预防措施，从而能够保持较高的汽车完好率。

现代的预防措施,不只是以往的计划预防维修内容,而是在汽车不解体的条件下,利用各种检测仪器和设备,按照检测项目对各系统、机构的性能进行功能测试以及对油品(润滑油、传动齿轮油及液压油等)的分析,因此,是一种故障发生前进行的故障诊断。这样,可及时发现汽车内部零部件异常磨损和技术状况的劣化,预测各机构、总成的必要维修时期,并在大故障出现之前,进行零件更换或修理,从而延长汽车的使用寿命,减少维修费用。

现代汽车的发展方向是提高工作参数(载荷、速度、性能),提高工作效能(功率、生产率、效率),缩小外形尺寸和减轻自身重量以及将汽车纳入电子技术控制系统。因此,对汽车安全和可靠性的要求越来越高,过去传统的手摸、眼看、耳听的诊断手段,显然已不能适应要求,必需迅速了解和掌握现代化汽车诊断技术。

现代化汽车诊断技术主要包括功能测试,油质分析等手段,通过直接或间接的方法测定零部件的磨损程度,以便早期发现故障和预测需要修理的时期。前者的功能测试是通过转速、压力、温度等诊断参数值来判断内部零件磨损所引起的性能降低的从外部测定的方法。而油质分析则通过测定油中金属磨屑含量,对污染度进行全面诊断,因而能直接判定内部零件的磨损以及磨损程度是否正常的方法。

检测、诊断工作是为了获取有关研究对象的技术状态、运动和特征等方面的信息。对于像汽车各机构系统这一类物理系统,其信息是客观存在或具有运动状态的特征信号则是信息的载体。某些信号是可以直接检测的,而另一些信号却不易直接检测,但是,被研究对象的信息量总是非常丰富的。检测、诊断工作总是依据一定的任务、目的和要求,获取有限的观察者感兴趣的某些特定信息。而且,测试工作又总是要采用最为简捷的方法获得和研究任务相关联的、最有用的、能表明特性的有关信息,而不是欲获得该事物的全部信息。

诊断信息是通过某些物理量的形式表现出来,这些物理量就是信号。信号中虽然携带着信息,但信号中既含人们所需要的信息,也常含有大量不感兴趣的其他信息,后者称为干扰。相应地对信号也有“有用”和“干扰”信号的提法。但这是相对的。在一种场合中,认为是干扰的信号,而在另一种场合却可能是有用的。例如,齿轮传动噪声对工作环境是一种“污染”,但是齿轮的传动噪声却是齿轮副故障诊断的重要信息,是齿轮副传动缺陷的一种表现。可见,检测、诊断工作的一个任务,就是要从复杂的信号中提取有用的信息。

诊断技术很复杂,方法很多,可用作诊断的信息包括应力、变形、温度、声音、排放气体、液体以及润滑油的物理化学参数等。

利用振动响应和系统动态特性参数进行故障诊断也经常被采用。振动诊断完全可以在汽车工作(运行)状态下进行。传感器可以安装在结构深处或人不宜接近的部位。不同的故障总有不同的振动模态。振动信号不论有什么样的外界干扰,都不改变自己的固有模态,总是顽强地存在和表现着。因此,可以方便的获取和识别振动信号,有利于早期发现故障。

所谓振动诊断(监测)就是通过汽车外部表面部件的振动测量与分析来监测汽车内部的运转状况并预测与判断汽车的技术状况,并根据振动的频率特征进行分析处理后,将结果与事先制定的标准值比较,用以判定系统内部结构的异常或故障。如转子不平衡、轴承因磨损失圆间隙增大、轴弯曲变形引起的强迫振动及滑动轴承盖松动;齿轮损坏或磨损;轴系不对中、滚动轴承的元件损坏;轴承缺油、密封摩擦和转子轴向摩擦等各种影响系统正常运转的故障。

综上所述，在诊断技术概念上可分为以下几个方面：定量地掌握汽车现在技术状况、故障和劣化、强度和性能等；预测汽车的可靠性和性能；如果发生异常或故障，应寻查具体部位和原因、以及危险程度的识别与评价，确定其维修方法。

汽车诊断技术框图如图1-1所示。

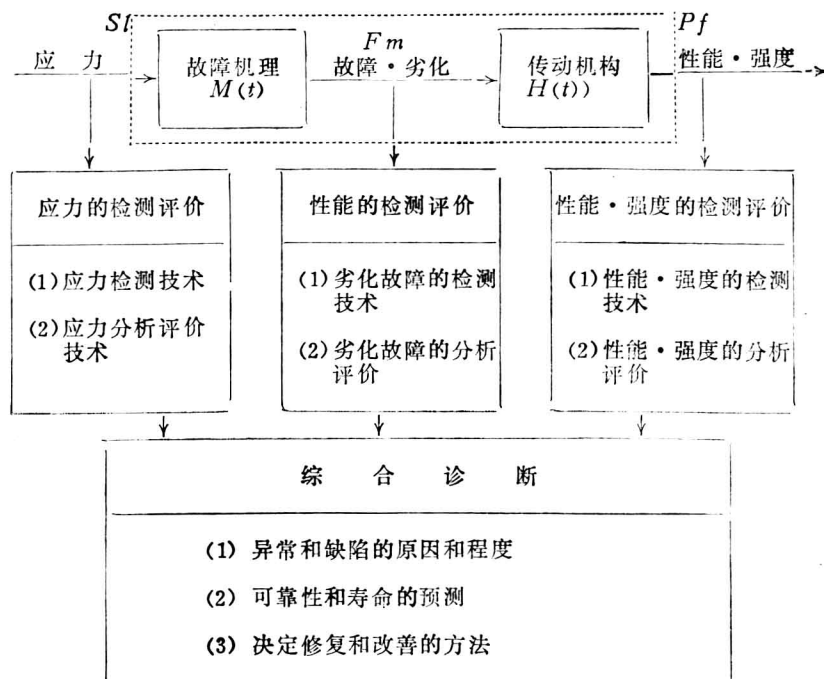


图1-1 汽车诊断技术的基本概念

严格说来，诊断的任务是为了预测汽车不间断工作能力而测定其技术状况参数及其在使用过程中的变化。参数的逐渐变化将导致运动副、组合件、机构的磨损、冲击、疲劳而发生事故性损坏。在多数情况下，参数的变化还会在机构完全丧失工作能力之前就将导致总成、汽车工作效率和经济性急剧下降，从而使其动力性恶化，单位燃油消耗量增加等。

在维护汽车前，诊断的任务是查明有关行驶安全的机构（转向系、制动系）所必须进行的调整工作，以保证汽车技术状况完好，运输安全而可靠性好，所谓汽车的可靠性是指其零件或系统在规定的工作条件和时间内，其机能稳定的程度或性质。大修汽车的可靠性可用平均首次故障里程、平均故障间隔里程、当量故障率以及汽车单位维修费用等单项指标来评价。

必须指出，汽车的使用条件和工况的变动范围十分宽广。因此，其各机构和总成以及系统受到环境（湿度、温度）和应力（机械和化学的）强烈作用使汽车的初始质量指标（动力性、经济性、操纵性、制动性等）发生变化。所以，汽车工作能力的丧失会有相当大的离散度，相应地汽车及其各机构的零部件达到极限状态（大修）之前的里程（或时间）也有很大的变动范围。因此，诊断的任务主要是掌握评价汽车技术状况的方法和手段；评估可靠性、动力性、经济性、车容、噪声与排放等以便弄清汽车客观状态（包括采用各种测量、分析和判别方法）。

概括起来，汽车诊断技术有下述几方面的任务：

(1) 了解和掌握汽车正常状态的情况。

(2) 研究与分析汽车技术状况的异常和故障原因。

(3) 提出消除汽车异常和故障的对策。

(4) 预测汽车的未来状况。

对于复杂的系统,有时需要应用多个诊断参数方能诊断其技术状况,在此种情况下,诊断工作的任务是在一个参数或多个诊断参数不合格的条件下,要找出作为主要原因的、概率最大的一个或几个结构参数,即可判定其技术状况。

汽车技术诊断的目的就是为了判断汽车和总成的技术状况,查明在当前规定的期限内到下次检验前,其运动副、组合件和总成可能发生故障时,确定技术状况参数的允许变动量。当诊断的目的是确定组合件、总成或整车送修期限时,就需要判定其剩余使用寿命。必要时也可根据使用条件修订技术维护的周期。

故障检测、诊断可获得大量信息,它为汽车维修决策提供了资料。维修决策考虑的因素是多方面的,故障诊断与监控过程中获得的第一手资料,往往是进行决策的重要依据。下面介绍具有一定代表性的三种决策。

1. 事先决策

事先决策也就是防患于未然,其基本方法是故障分析,主要分析可能产生哪些类型的故障,结果如何,以及这些故障达到危险状态的界限。其中包括对故障后果评估,临界范围评估及其故障模式分析,找出可能存在的问题。

2. 过程决策

过程决策也就是使用过程中,对事先决策的修正。通过大量可靠的故障资料,查出故障率与平均故障间隔时间。对故障情况进行分析,研究原设计的安全系统是否能达到预期的功能。这是系统可靠性的衡量,也常用来度量零部件在极端条件下发生故障的可靠性。

过程决策是维修决策中最经常,也是工作量最大的。例如,发动机使用到规定的时间,是否还能延长;原制订的维修标准已不适合,是否修改;原配备的维修手段已不适用,是否更新或补充。

3. 事后决策

实际工况千变万化,有些问题由于受到现有技术水平限制难以预见,一旦发生随机的严重事故,就需要进行事后决策,并予以解决。

必须指出,事后决策的制定需要采取科学方法,即建立在科学分析和必要的试验基础上。例如,有些维修企业,当汽车发生突发性的机械事故后,不进行科学的研究与分析,便匆忙的拆卸,甚至不该拆卸的部位也分解了,结果不但未能减少故障,反而导致零件的附加磨损,而且耗费了工时。这样的决策,显然事与愿违。

故障诊断的基本构成,包括两部分的内容:

1. 简易诊断技术

应用各种便携式诊断仪器和工况监测仪器仪表,仅对汽车有无故障及故障严重程度判断与区分。主要由现场作业人员来实施的简易诊断技术,其基本系统如图1-2所示。

2. 精密诊断技术

(1) 人工诊断技术

使用较为复杂的诊断设备和分析仪器。除了能对汽车有无故障及故障的严重程度作出判断与区分外，还能对某些特殊类型的故障的性质、部位、原因及发展趋势作出判断和预报。其精密技术功能如图1-3所示。

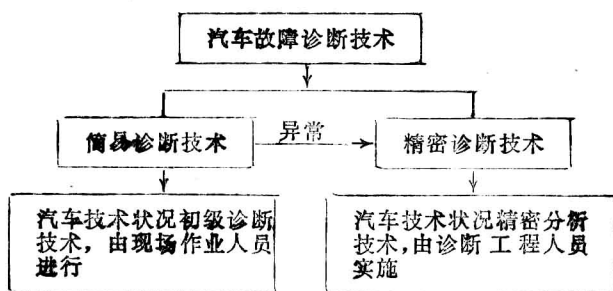


图1-2 诊断技术的基本系统

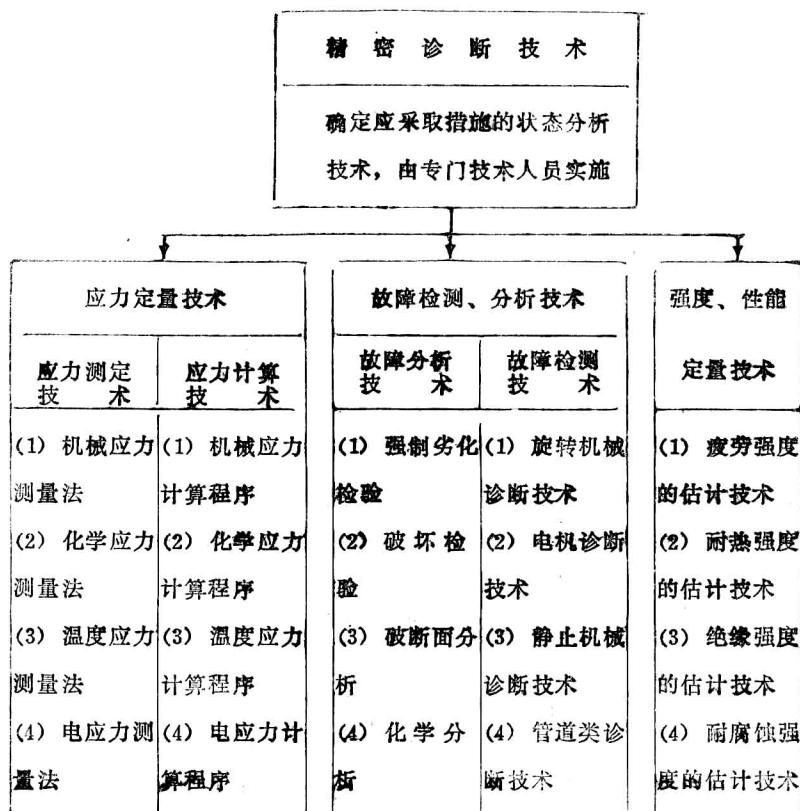


图1-3 精密诊断技术的功能系统

(2) 系统诊断技术

它是在计算机辅助诊断基础上的多功能自动化诊断系统。该系统中配有自动诊断的软件，实现了状态信号采集、特征提取、状态识别的自动化；并能以显示、打印、绘图等多种方式自动输出分析结果；当汽车发生故障后能自动用声光方式发出报警指令。并通过微

机自动进行故障性质、程度、类别、部位、原因及趋势的诊断以及预报；能将大量机组运行资料贮存，并随时通过人机对话查阅历史运行资料，帮助工程技术人员解决诊断中的疑难问题和作出正确的诊断决策。

(3) 专家系统

它是一种具有人工智能的计算机系统，用于汽车诊断时能从信号检测到状态识别，又能作出决策到干预的整个过程。专家系统不但具有系统诊断技术的全部功能，而且还将专家的宝贵经验、智慧与思想方法用计算机的巨大存贮、运算与分析能力相结合，并事先将有关专家的知识加以总结分类而形成规则存入计算机，依据自动采集或人为输入的原始数据，即能模拟专家的推理、判断与思维过程，解决实现故障档案建立、状态识别及诊断决策中的各种复杂问题，以便作出正确的操作指导，问题咨询和处理对策。该系统具备学习功能，可以方便地增加、修改和删除知识库的知识、还能高度仿真各个专家辩证施治的思维方法，使诊断水平不断提高，从而对汽车诊断而言，具有十分有效的诊断与干预能力。

汽车技术状况的诊断，是在总成和机构不解体，也不消耗大量劳动量的条件下，利用仪器和设备对汽车进行检测、诊断，并根据检测结果作出故障识别与判断。

故障检测、诊断可获得汽车隐蔽的和正在发展中故障的信息，目的是为掌握汽车故障或异常发生前的征兆，为维护与修理决策提供资料。这样就可以避免提前或延迟修理，同时，还能检查汽车维护与修理工作完成的质量。

决策，就是“防患于未然”，基本方法是故障分析，分析可能发生哪些类型的故障，其后果如何，以及这些故障达到危险状态的界限。这一套方法称为故障形式、后果及危险性分析法(Failure Modes, Effects and Criticality Analysis, FMECA)。其中包括故障后果评估，临界范围评估以及故障模式分析。根据这些分析，从大量的统计资料中，找出分析运算的初步结果。

汽车的检测、诊断必须在其一生(寿命周期)的全过程发挥作用，不但要在汽车进入运转阶段后进行事中诊断，而且必须在汽车设计、制造时的事前就确定了汽车的可诊断性或称预测阶段，以及故障发生后的故障原因及分析阶段。同时，还要弄清相互之间的关系。

事前——汽车开动前，或故障发生之前(预测技术)；

事中——汽车运转中，或症状暴露中的状态监测(预知技术)；

事后——故障发生后，查明故障具体部位与原因。

总起来说，如果能够事先发现汽车发生的异常缺陷，而且能在发展成为故障之前就预知到，那是最理想的了。

根据事前的异常预知，如果采取适当的维护与修理措施，那么，就可以避免汽车停运，充分发挥汽车的运输效率。而且由于采取了预测方法可以确定汽车技术维修的次数、备件消耗量、以及使用期限。在汽车诊断方面，预测技术用于预报配合副、组合件和总成技术状况参数的变化，特别是零件和运动副未来的磨损。在预测的基础上，做出在技术维护与小修时根据诊断结果应更换零件，还是调整其配合尺寸(间隙)的结论，从而防止汽车在使用过程中发生故障或失效。可见，预测是汽车技术维修预防措施的基础。

预测时，在诊断方面需要解决下述问题：

确定零件、运动副、组合件、总成技术状况参数的允许变动量。诊断时其参数变化如在允许值内就不需要进行维修作业。

确定运动副、组合件、总成的剩余使用寿命，以及诊断周期。

在技术方面作为诊断的基础是：

- ①对汽车故障机理的研究。
- ②根据检测、诊断查明和掌握故障的特征，并确定异常和故障的判断模式。
- ③状态信号检测、信号处理、状态识别（诊断）和预防维修等内容。

必须指出，要做到预测准确，不只是诊断技术本身的问题，还应该充分做好技术管理工作，管理体制和技术规程工作；要切实掌握汽车的技术状况和做好汽车的技术档案工作，并且依据汽车技术档案平时所积累的可靠数据以及结合诊断技术制定检测标准，以便进行综合分析，方可得出正确的诊断结果。可见，“诊断快速而准确预测、预诊”是很重要的。

技术诊断除了研究和确定汽车及其机构故障的症状、制定诊断方法和研究诊断设备外，并着重在研究汽车及其各总成和组合件技术状况参数变化的基础上，解决其使用寿命和无故障工作的预测问题。

汽车诊断系统是人-机系统，它表明诊断不只是利用测试技术和仪器，而且还有人的主观可靠性——人的感官、经验和技能。这样，在最简单的情况下可用主观诊断（借助于检测人员的感官和简单的技术手段——听诊器、扭力扳手等）；在复杂的情况下采用客观诊断（借助于检测仪器、试验设备或专用设备 etc.）。此种方法能够给出组合件、总成或汽车技术状况的定量评定，这就大为降低了汽车维护与修理的劳动量和材料的消耗。而且避免了由于机构或总成的拆装引起衬垫和油封损伤、螺纹联接件破坏，以及导致零件的附加磨损。还可以较准确地预测出汽车、总成、组合件的无故障工作时间。

诊断系统分为四种类型（如图1-4）：

- ①功能型 是在客体（汽车、总成、机构等）运转过程中进行诊断。
- ②试验型 诊断参数的改变由人为而再现客体的工况下诊断。
- ③多用途 同时能够诊断几个工作过程。
- ④专用型 只能诊断一个工作过程。

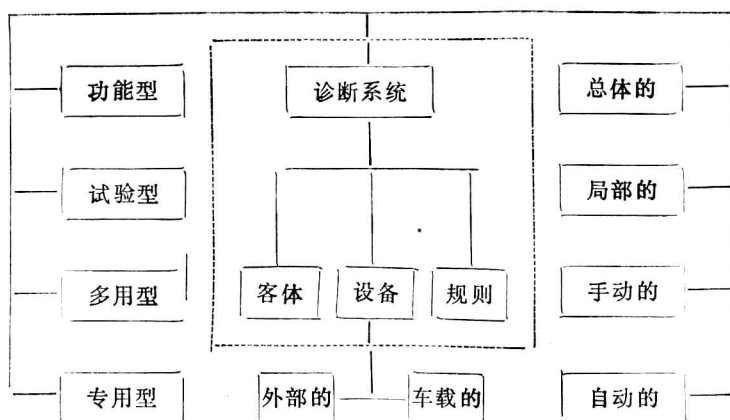


图1-4 诊断系统及其类型的框图

诊断可分为周期性和连续性的，周期性诊断的实现是经过一定行驶里程的周期，在技术维护或修理之前进行；连续性诊断是通过车载型诊断装置的仪表，在汽车运转过程中进行诊断。

在确定汽车技术状况和预测使用寿命时，其技术诊断常用的术语和概念简介如下：

诊断：使汽车保持正常状态的一种技术措施。它是根据诊断参数检测系统（或汽车）的技术状态。

系统：为了完成某一特定功能，由若干个彼此有联系的而且又能相互协调工作的单元（可以是子系统、汽车、部件或零件等）有机组成的综合体。系统“概念”是相对的，由研究的对象而定。例如，为了实现所规定的功能，可将整台发动机或某些机构，如曲柄连杆机构视为系统。

参数：表征诊断对象工作能力或完好性的物理量或函数，参数在工作过程中不断变化。

工作过程参数：它决定于汽车和总成主要功能的性质（如发动机功率、制动距离）。

伴随过程参数：是指过热、振动、润滑油中磨损产物的含量等。

工作能力：是指汽车能完成给定的功能状态，其各项参数符合技术文件的规定。

结构参数：表征系统或其元件构造特性的质量度量。它是物理值。结构参数可指的是几何形状、尺寸、元件的相互位置和位移、间隙、表面的粗糙度、材料的显微组织等。

机构的结构参数可用线性度量、间隙值、密封性或结合强度的变化、零件质量的变化等来表示。它们通常在总成和组合件不拆卸时，难以直接测量。

诊断参数：诊断时所利用的参数称为诊断参数（也是物理值），但其值可用诊断设备检验，并间接表示汽车的技术状况和工作能力。也就是说，在诊断时利用能反映汽车技术状况的间接特征值，这个特征值称为诊断参数。

参数值：参数的数量的度量。

输入参数：作用于系统（汽车）外部的质量标准。可将载荷（应力）、环境应力、气压及其他条件视为输入参数。

输出参数：从外部表明系统特性的质量标准。功率、扭矩、排气、声音等为输出参数。

动态参数：间接表明系统和元件的技术状态（症状）。

正常技术状态：所有结构和输出参数处于允许的变化范围内的状态。

非正常技术状态：主要结构和输出参数超出允许变化范围的系统状态。

工作状态：系统主要构件和输出参数处于允许变化范围的系统状态。

预测：测定汽车、总成或部件到工厂说明书、国标或部颁标准所规定的修理前的极限状态的寿命。

客观诊断：借助检测设备、仪器或工具所实现的过程。

主观诊断：主要凭人的感官、经验和技能进行判断。

大量事实说明，随着结构参数（间隙、尺寸）的改变，则输出参数（功率、燃油消耗量、压缩终了压力）也随之改变。因此，输出参数在一定条件下，可作为发动机正常或非正常技术状况的间接标志。所以，对汽车或机构的故障诊断，可以不予拆卸进行。

当诊断时，汽车或机构的结构参数值与相应的输出参数超出允许值或预定范围时，则出现非正常状态。

前面曾提到，无论是结构参数、还是诊断参数，按其数值可分为额定值、允许值和极限值。

额定值：新的或经大修的汽车，总成在经过磨合和走合后由统一标定的参数值。它是

根据总成或机构所期望得到理想的功能而确定和作为计算偏差的原始值。

允许值：是指参数的边界值。这时运动副、组合件和机构不必进行修理、调整或其他预防性作业，仍可继续使用到下次计划检测之前而不发生故障（或失效）。

极限值：是参数的最大或最小值。该值可能尚有部分工作能力，但达到此值时，若继续使用，从技术角度来看是不允许的，而从经济方面也是不合理的。因为这时运动副的磨损急剧增加，汽车使用可靠性下降，其工作能力就会降低。

据上所述，每一个产品（或汽车等）都有可供判断它的技术状况的参数或征兆。为了有助于读者理解和实际应用，必须注意下述条件：

（1）单值性

单值性是指每个结构参数值，应符合于一个完全确定的输出过程参数值。也就是说，在相同的结构参数条件下，相应的诊断参数值具有唯一性。例如，随发动机工作时的磨损，其运动副的配合间隙增加，使功率降低。可见，该条件只能判断其工作能力的好坏，而不能判定故障部位和故障模式。

（2）灵敏性

灵敏性指的是在结构参数的绝对变化下，则输出的状态参数的相对变化应尽可能的大。也就是说，诊断参数从初始值到极限状态的整个使用期内的变化率的比值越大表明灵敏性越好。例如随发动机工作时磨损增加，其最大功率降低，但即使在极限磨损状态下，其最大功率比初始功率降低值也只有5~7%。同时，发动机气缸压缩空气的泄漏率可达40~50%，这时曲轴箱内的润滑油中磨损产物的含量将增加到800~1000%。因此，若将漏气率或磨损产物的含量视为输出的状态参数，可发现其相对变化比最大功率的变化大得多。所以，在诊断过程中选用气缸漏气率或润滑油中的含铁量做为诊断参数，可准确的判定其磨损的程度。

（3）可达性和方便性

可达性和方便性指的是欲测量的状态参数比较容易，不需用复杂的检测设备和仪器。如果该输出过程参数又符合单值性、灵敏性条件，但是难以测量它或为此需要复杂的设备，则该参数实际上也不能用于诊断。

由上述可知，诊断汽车或发动机的方法很多，但不是每一种方法都能适合于诊断，因此，在许多场合下，为了确定诊断参数时，需要全面地衡量、合理地选择几种诊断方法，选出有适用性和方便易于接近诊断对象的诊断参数是非常必要的。

二、汽车诊断技术的发展概况

随着汽车用途的日益广泛，保有量的急剧增长，及其结构和技术的不断进步，使汽车检测和诊断技术必须改变单凭操作者积累的经验检测方法。以新的检测诊断技术来保证汽车运行的安全、节能、节胎、降低车辆排放和噪声，减少运用、维修成本，以延长经济使用寿命。

早在40、50年代，汽车的检测就应用电流、电压、压力、真空、温度表等简单仪表所测得的参数，和操作者经验进行综合分析据以判定故障，但判定的正确与否，有很大的局限性。至60年代，电子工业兴起，应用示波器、真空表、转速表、功率表、CO测定器、混合气浓度测定计、分电器触点闭合角测定器等仪器仪表结合对发动机性能进行分析，由于它

仍依靠操作者来逐项进行，而且是边诊断、边记录，因此效率很低。这是一种发动机检测诊断设备的雏型。随着微型计算机的问世，传感器品种性能日益发展，为汽车性能检测、诊断技术的发展，提供了有利条件，从70年代中、后期的汽车检测、诊断单机联线，逐步改进到由计算机程序控制的自动检测诊断系统，有的已进入实用阶段。

美国研制的汽油及柴油发动机的检测监控装置，已于80年代初期先后应用于美军汽车。日本三菱公司研制的较先进的电子计算机控制汽车诊断设备，可测试239项参数，其结果由电传打印机给出。80年代以来，由于电子技术、传感技术、集成电路技术和计算机技术高速发展，现代科学技术已经能够提供多种现场检测诊断设备和仪器。因此，以汽车检测诊断技术为核心内容的“视情维修”制度在我国已经逐步建立起来。它的重大意义和十分显著的社会效益已经引起广泛的重视。

汽车故障检测诊断技术是一门涉及到电子、机械、物理、化学、力学、声学、传感技术、计算机技术及信号处理技术等学科的综合型科学。它依靠先进的传感技术与在线检测技术，采集汽车的各种具有某些动态讯号特征（压力、振动、声音、温度、排放分析、速度变化、磨屑含量、气体流速、电波波形、光波、静电荷及电磁辐射等）的信息，并对这些信息进行分析和处理，区分、识别而确定其异常状况，预期其发展趋势，查明产生原因、部位和故障程度，提出针对性的维修措施等内容。如图1-5所示。

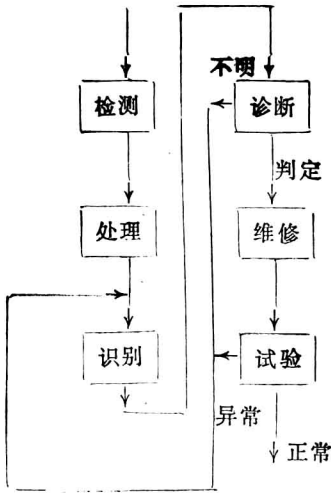


图 1-5 汽车诊断技术的组成示意图

国外汽车检测、诊断技术装备概况简要介绍如下：

在工业发达的国家采用的汽车检测和诊断装置其品种，形式较多，按其采用形式可分为非车载型和车载型两大类。应用计算机技术后，实现了检测诊断自动程序控制，数据自动处理，将其结果直接打印。

1. 非车载型自动诊断装置

非车载型诊断装置主要用于汽车维护场、修理厂、车辆检测站，除适应检验汽车的法定检测项目进行定期检测诊断外，还用于汽车的故障诊断，配合副调整量的确定等。该诊断装置分为固定式和移动式两种，是由传感器、数据搜集装置、数据分析和诊断结果输出装置、诊断结果显示与记录装置、其他附属装置等组成。