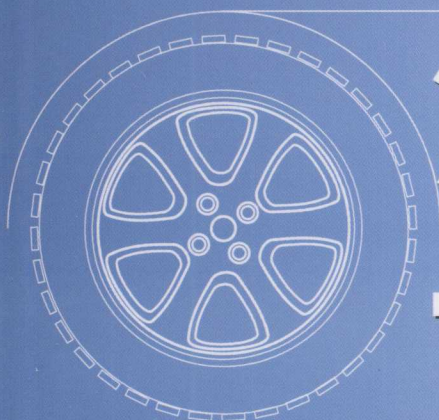




汽车诊断工程师专业技术资格认证培训教材
博世校企合作项目指定教材



汽车故障 诊断方法

中国汽车工程学会汽车应用与服务分会 • 组编 朱 军 • 编著



人民交通出版社
China Communications Press

汽车故障 诊断方法

朱军·编著

[illegible]

内 容 提 要

本教材力求以理论与实践相结合的方式讲述汽车故障诊断的一般思路和方法,从对汽车故障诊断工程实践具有指导意义的因果图分析法和故障树分析法出发,推导出汽车故障诊断的基本流程和步骤,总结归纳出汽车故障诊断实践中应用最广、使用最多的包含“十个分析、八个试验”的测试方法,提出汽车故障诊断流程设计的基本思路,指出汽车故障诊断流程设计是汽车维修工程师应该重点掌握的工程设计方法。

图书在版编目(CIP)数据

汽车故障诊断方法 / 朱军编著. —北京:人民交通出版社, 2008. 10

ISBN 978-7-114-07348-9

I. 汽… II. 朱… III. 汽车-故障诊断-教材
IV. U472.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 132945 号

书 名: 汽车故障诊断方法

著 作 者: 中国汽车工程学会汽车应用与服务分会 朱 军

责任编辑: 谢 元

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973, 85285656

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 13.25

字 数: 270 千

版 次: 2008 年 10 月第 1 版

印 次: 2008 年 10 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-07348-9

印 数: 0001 - 4000 册

定 价: 28.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本教材是依据中国汽车工程学会专业技术资格认证汽车诊断工程领域考试大纲编写的,它可以作为汽车诊断工程师的培训教材,也可以供相关专业教学使用,同时作为相关领域工程技术人员的参考书。在本书编写过程中,组织编写单位中国汽车工程学会汽车应用与服务分会和博世贸易(上海)有限公司共同策划实施了“博世校企合作”项目,计划在2007~2009这三年内,通过在全国至少20所汽车职业院校开办“博世班”,摸索出一套培养“汽车医生”的有效方法,尽快培养出一批国内急需的汽车诊断人才。在制订“博世班”教学计划和课程大纲时,经专家评估,本书被选为“博世班”的教材。

汽车故障诊断技术是以汽车及内燃机理论、汽车故障诊断学为理论指导,以汽车及内燃机结构原理、计算机控制技术以及汽车运用性能为分析依据,以汽车检测及试验技术为测试手段的综合技术。汽车故障诊断是从故障症状出发,通过问诊试车、分析判断、推理假设、流程设计、测试确认、修复验证,最后达到发现最终故障原因的目的。

传统的汽车维修技术是以机械修理为核心的维修技术,因为那时的汽车更新周期长,技术变化慢,一种结构往往十几年甚至几十年都没有太大的改变。因此传统的汽车故障诊断往往是从故障症状入手,凭经验确定可能的故障原因,然后直接查看故障点,确认损坏的零部件,再经过调整、修复或更换该零部件来排除故障。这种故障诊断缺少了分析判断和推理假设的环节,淡化了流程设计和测试确认的环节,显然不是一个完整的汽车故障诊断过程,而且所用仪器设备比较少,主要采取“听、摸、闻、看”的人工经验判断方式,是一个以工作积累为基础的经验判断体系。

随着汽车新技术、新结构的大量出现,特别是计算机控制技术在汽

车上的广泛应用,出现了汽车动力系统机电热一体化的趋势,汽车传动、制动、转向及悬架系统机电液一体化的趋势,汽车电器及通信系统机电光一体化的趋势。这些发生在汽车上的技术变革,使得以机械修理为核心的传统汽车维修技术不得不向以机电一体化综合诊断技术为核心的现代汽车维修技术转变。传统汽车维修技术队伍中“师傅与徒弟”的格局,正在被现代汽车维修技术队伍中的“医生与护士”所取代。“七分诊断、三分修理”不仅是现代汽车维修技术的特征所在,而且还是汽车医生(汽车诊断工程师)和汽车护士(汽车修理工)的职责分工。

汽车计算机控制技术的出现是汽车最重要的技术变革,它不仅给汽车控制技术带来了根本性的变化,同时也改变了汽车故障诊断的方式。传统的汽车故障诊断具有明显的人对车的单方向推进特征。现代汽车计算机控制系统中加入了自诊断功能,使得现代的汽车故障诊断可以直接从自诊断结果入手,这样的诊断方法具有了人车互动双向对话的特征。这就使得今天的汽车故障诊断技术有了症状分析和自诊断分析两个入手点,这正是现代汽车故障诊断技术的基础和出发点。

汽车在安全性、环保性和经济性法规推动下越来越多地采用了高新技术,这也就给汽车故障诊断工作提出了越来越高的要求,故障机理的复杂性分析、诊断手段的多样性运用、诊断参数的精确性测试、分析判断的准确性把握等重要方法和关键技术都已成为汽车故障诊断技术发展所必须追逐的目标。汽车故障诊断技术正处在从传统的经验体系向现代的科学体系发展的过程之中,不仅要完善和发展汽车诊断测试技术、研制开发新型高效的汽车诊断设备,还要形成和建立具有实际应用价值的汽车诊断理论体系、研究运用创新实用的汽车诊断方法。汽车诊断测试技术的提高与汽车诊断分析方法的改进是当前汽车故障诊断技术发展的两个关键方向,也是建立现代汽车故障诊断科学体系的重要基础。

由于时间仓促,水平有限,书中一定有不少错漏之处,真诚希望使用本书的汽车维修技术人员和其他读者批评指正。

朱军

2008年10月

目 录

第一章 汽车故障基础知识	1
第一节 汽车故障的基本概念	1
1. 基本术语和定义的解释	1
2. 汽车检测、汽车维修与汽车故障诊断的关系	2
第二节 汽车故障的分类	3
1. 汽车故障类别术语	3
2. 汽车故障分类表	4
第三节 汽车故障的规律	8
1. 汽车故障率	8
2. 汽车故障规律	9
3. 汽车典型零部件故障率曲线	11
第四节 汽车故障的症状	12
1. 汽车故障症状分类	12
2. 汽车故障症状类别表	13
3. 汽车发动机典型故障症状	15
4. 汽车底盘典型故障症状	17
5. 汽车电器典型故障症状	18
6. 汽车计算机控制系统典型故障症状	20
第五节 汽车产生故障的原因	21
1. 汽车故障生成外部原因	22
2. 汽车故障生成内部原因(故障机理)	23
3. 汽车故障的模式	27
4. 汽车故障原因分层	27

第二章 汽车故障诊断基本原理	32
第一节 汽车故障诊断的基本概念	32
1. 汽车故障诊断法与诊断分析法	32
2. 诊断参数	35
3. 诊断标准	38
第二节 汽车故障诊断的基本原理	39
1. 汽车故障诊断分析原理	39
2. 故障树分析法在汽车故障诊断中的应用	49
第三章 汽车故障诊断基本流程	61
第一节 汽车故障诊断的基本思路	61
第二节 汽车故障诊断的基本流程	61
1. 最初症状	62
2. 问诊试车	62
3. 分析研究	68
4. 推理假设	79
5. 流程设计	80
6. 测试确认	83
7. 修复验证	86
8. 最终原因	89
第四章 汽车故障诊断步骤	90
第一节 汽车故障诊断的基本路径	90
第二节 汽车故障诊断的基本步骤	91
第五章 汽车故障诊断测试方法	94
第一节 电子控制系统测试方法	94
1. 故障码分析(通信式)	96
2. 数据流分析(通信式)	103
3. 点火波形分析(在线式)	110
4. 电路数值分析(在线式、通信式)	124
5. 电路波形分析(在线式、通信式)	130
6. 传感器模拟试验(在线式、通信式)	149
7. 执行器驱动试验(在线式、通信式)	151

第二节 温度及压力测试方法	153
1. 压力分析	153
2. 真空分析	158
3. 温度分析	169
第三节 排放及振动噪声测试方法	170
1. 尾气排放分析	170
2. 振动异响分析	181
第四节 征兆模拟试验方法	196
1. 加热试验	196
2. 加湿试验	196
3. 加载试验	197
4. 加振试验	198
第五节 对比试验方法	199
1. 互换替换对比试验	199
2. 分离隔离对比试验	199
参考文献	201

第一章 汽车故障基础知识

第一节 汽车故障的基本概念

1. 基本术语和定义的解释

汽车维修常用技术术语在 GB/T 5624—2005《汽车维修术语》中已作了明确规定,有关汽车故障诊断、汽车检测和汽车维修的术语主要如下:

(1) 汽车技术状况 (technical condition of vehicle) ——定量测得的表征某一时刻汽车外观和性能参数的总和。

(2) 汽车技术状况参数 (parameters for technical condition of vehicle) ——评价汽车使用性能的物理量和化学量。

(3) 汽车工作能力 (working ability of vehicle) ——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。

(4) 汽车检测 (vehicle inspection and test) ——确定汽车技术状况和工作能力的检查。

(5) 汽车故障 (vehicle failure) ——汽车部分或完全丧失工作能力的现象。

(6) 汽车故障现象 (symptom of vehicle failure) ——汽车故障的具体表现。

(7) 汽车诊断 (vehicle diagnosis) ——在不解体 (或仅拆下个别小件) 的条件下,确定汽车技术状况,查明故障部位及原因。

(8) 诊断参数 (diagnostic parameters)。

(9) 诊断规范 (diagnostic norms) ——对汽车诊断作业技术要求的规定。

(10) 故障率 (failure rate) ——使用到某行驶里程的汽车,在该行驶里程后单位里程内发生故障的概率。

(11) 故障树 (failure tree) ——表示故障因果关系的分析图。

(12) 汽车维修 (vehicle maintenance and repair) ——汽车维护和修理的泛称。

(13) 汽车维护 (vehicle maintenance) ——为维持汽车完好技术状况或工作能力而进行的作业。

(14) 汽车修理 (vehicle repair) ——为恢复汽车完好技术状况 (或工作能力) 和

寿命而进行的作业。

(15) 技术检验 (technical checking) ——按规定的技术要求确定汽车、总成、零部件技术状况所实施的检查。

(16) 汽车检测站 (vehicle inspection and test station) ——从事汽车检测的企业。

(17) 汽车诊断站 (vehicle diagnostic station) ——从事汽车诊断的企业。

(18) 汽车维修企业 (enterprise of vehicle maintenance and repair) ——从事汽车维修和修理生产的经济实体。

(19) 定期维护 (periodic maintenance) ——按技术文件规定的运行间隔期实施的汽车维护。

(20) 视情修理 (repair on technical condition) ——按技术文件规定对汽车技术状况进行诊断或检测后, 决定修理内容和实施时间的修理。

从上述术语中有关“汽车故障”和“汽车诊断”的定义出发, 不难推出汽车故障诊断的含义, 汽车故障诊断是“当汽车部分或完全丧失工作能力的现象发生后, 在不解体 (或仅拆下个别小件) 的条件下, 对汽车所进行的确定汽车技术状况、查明故障部位及原因的检查”。

2. 汽车检测、汽车维修与汽车故障诊断的关系

汽车故障诊断包含了“诊”和“断”两个环节, 汽车故障诊断的过程就是由诊断技术人员从汽车的故障现象出发, 熟练应用各种检测设备对汽车进行全面综合的检测, 完成“诊”的环节, 然后运用对汽车原理与结构的深刻理解, 对测试结果进行综合分析后, 再对故障部位和原因作出确切的判断, 完成“断”的环节。

汽车故障诊断中的第一环节“诊”应该比汽车检测的内容更深入一些, 它不是一个单纯的“检测”过程, 而是一个综合的“测试”过程。测试包括参数检测和性能试验两个部分。因为汽车检测的目的是判断被测汽车是否符合安全环保检测或综合性能检测的规定, 检测参数超标为不合格, 未超标为合格, 检测是定性分析, 它只有通过和不通过两个结果。汽车诊断的目的是判断汽车的故障部位和原因, 检测参数必须作出定量分析, 然后通过性能试验才能为找到故障部位查明故障原因提供充分的根据。诊断的结果可能由多个部位和多种原因造成。所以, 汽车诊断应该包括技术检测、性能试验和结果分析三个部分。技术检测的主要任务是通过测试仪器和设备对汽车的诊断参数进行测量。性能试验的主要任务是对被检测系统进行功能性动态试验, 通过改变系统的状态进行对比试验分析, 旨在发现系统故障与诊断参数之间的关系。结果分析的目的是对诊断的最终结果作出因果关系的客观分析, 也就是对故障生成的原因机理与故障现象特征之间的必然联系, 以及故障现象与诊断参数之间的内在联系作出理论分析。

通常,到汽车检测场检测的车辆不一定是出现故障现象的车辆。汽车检测的结果有两个,即通过或不通过。而到汽车诊断中心或修理厂诊断的车辆一般都是有故障现象的车辆,汽车诊断的结果只有一个,就是找到故障点并查明故障原因。

在我国,汽车检测已经发展成为一个独立的行业。汽车检测分为安全环保检测和综合性能检测。安全环保检测是在不解体的情况下对机动车有关安全性能及涉及环境保护方面的项目进行的检查和测量,主要包括制动性能检测、转向轮侧滑检测、车速表校核、前照灯检测及汽车排放与噪声的检测。安全环保检测主要依据是《机动车运行安全技术条件》(GB 7258—2004),针对所有上路行驶的机动车定期实施强制检测。安全环保检测隶属于公安交通管理部门。综合性能检测是在不解体的情况下对营运车辆进行的有关综合性能方面的检查和测试,在安全环保检测项目的基础上,又增加了发动机功率检测、底盘输出功率检测、燃油消耗量检测、滑行距离与时间检测、转向角与车轮定位检测、悬架性能检测等。综合性能检测主要依据是《营运车辆综合性能要求和检验方法》(GB 18565—2001),针对营运车辆定期实施强制检测。另外,综合性能检测还依据《营运车辆技术等级划分和评定要求》(JT/T 198—2004),担负车辆技术等级评定的工作。同时,综合性能检测还可以担负车辆维修质量检验和汽车发动机、底盘故障诊断的工作。综合性能检测隶属于交通运输管理部门。

汽车故障诊断是汽车维修和汽车检测中的一个环节。汽车维修包括汽车维护和汽车修理两种类别,维护作业主要包括维护和检验两个环节,修理作业则包括诊断、修理和检验三个环节。这是因为定期维护的车辆通常是没有故障的车辆,而视情修理的车辆都是带有故障的车辆。维护的车辆一般不需要经过诊断的环节,只需根据行驶里程就可以确定要实施的维护项目。修理的车辆通常都必须经过诊断,才能确定要修理的项目。所以,汽车故障诊断是汽车维修工作中维护、修理、检验、诊断四个环节中技术水准最高的一个重要环节,既要求诊断人员有较高的理论水平,又要求具备丰富的实践经验,其检测手法应“灵活”,试验手段应“巧妙”,分析思路应“清晰”。还要求从事汽车故障诊断工作的汽车维修工程师(汽车医生)具备出类拔萃的诊断技艺。汽车故障诊断技术的研究与应用将会成为现代汽车维修技术的重要组成部分,同时还将是现代汽车维修技术的主要发展方向。

第二节 汽车故障的分类

1. 汽车故障类别术语

有关汽车故障类别的技术术语在《汽车维修术语》(GB/T 5624—2005)中也作了如下解释:

- (1) 完全故障 (complete failure) ——汽车完全丧失工作能力、不能行驶的故障。
- (2) 局部故障 (partial failure) ——汽车部分丧失工作能力, 即降低了使用性能的故障。
- (3) 致命故障 (critical failure) ——导致汽车、总成重大损坏的故障。
- (4) 严重故障 (major failure) ——汽车运行中无法排除的完全故障。
- (5) 一般故障 (minor failure) ——汽车运行中能及时排除的故障或不能排除的局部故障。

上述故障的类别划分显然是偏少, 故障类别因分类方法的不同, 类别的范围非常广泛。另外, 上述解释中“局部故障”的定义从其解释来看, 称为“部分故障”更为合适。

2. 汽车故障分类表

汽车故障按不同的方式可以分成多种不同的类型, 如表 1-1 所示。

汽车故障分类表

表 1-1

故障类别	故障名称
按故障造成性质	自然故障、人为故障
按故障发生部位	整体故障、局部故障
按故障发生时期	磨合期、正常使用期、即将报废期
按故障发展过程	突发性故障、渐进性故障
按故障存在时间	间歇性故障、持续性故障
按故障表现特征	功能性故障、警示性故障、隐蔽性故障
按故障生成原因	设计故障、制造故障、使用故障、维修故障
按故障危害程度	轻微故障、一般故障、严重故障、致命故障
按故障发生频次	偶发性故障、多发性故障
按故障影响程度	部分故障、完全故障
按故障发生状态	实际故障、潜在故障
按故障影响性质	功能故障、参数故障
按故障点的数量	单点故障、多点故障
按故障发生系统	单系统故障、多系统故障
按故障点与症状	一点多症故障、一症多点故障
按故障机电表现	电控症状机械故障、机械症状电控故障

(1) 按照故障造成的性质可分为自然故障和人为故障两种。

- ① 自然故障是指汽车在正常使用和维护的条件下, 由于不可抗的原因而形成的故

障。例如：在汽车的使用过程中，零件会产生自然磨损；在长期交变载荷下，零件会产生疲劳；在外载荷及温度残余内应力作用下，零件会产生变形；此外，非金属零件及电器元件会产生老化失效等，这些原因造成的故障都属于自然故障。

②人为故障是指由于人为不慎而造成的故障。例如：汽车在制造和维修中使用了不合格的配件，或违反了装配技术条件，在使用过程中没有遵守使用条件以及未按操作技术规程维修等原因造成的故障。

(2) 按照故障发生的部位可分为整体故障和局部故障两种。

①整体故障是指汽车达到设计寿命后，汽车因整体老化导致的整体性能故障，表现为汽车动力性、安全性、经济性、可靠性、制动性、操纵性、环保性、平顺性等多种综合指标整体下降。

②局部故障是指汽车某部分出现的故障，这个部分的功能不能实现，但其他部分的功能仍然完好。

(3) 按故障发生时间可分为初始磨合期故障、正常使用期故障以及即将报废期故障三种。

①初始磨合期故障是指在新车或大修车的磨合期间发生的故障。

②正常工作期故障是指在完成初始磨合后，在汽车设计的正常使用寿命周期内发生的故障。

③即将报废期故障是指在达到汽车设计的正常寿命后，在汽车报废前发生的故障。

(4) 按故障发展过程可分为突发性故障和渐进性故障两种。

①突发性故障是指在发生故障前没有可以觉察到的征兆，故障现象是突然出现的，这是各种不利因素以及偶然的外界影响共同作用的结果，这种作用超出了产品所能承受的限度因而导致故障发生。这种故障发生的特点具有偶然性和突然性，具有明显的质变特征，一般不受使用时间的影响，无法监控也难于预测，例如：轮胎爆裂，钢板弹簧断裂等。

②渐进性故障是指故障现象的发生是循序渐进的，其程度是由弱到强逐渐形成，通常与使用时间相关联，随着使用时间的延长，故障逐渐明显。这种故障发生的特点具有渐强性和必然性，具有明显的量变特征。这种故障可以在刚刚发生时就予以诊断，加以排除，例如：发动机异响声音逐渐变强，燃油消耗量逐渐增大等。

(5) 按故障存在时间可分为间断性故障和永久性故障两种。

①间歇性故障的特点是故障发生后其故障现象时有时无，俗称“软故障”，例如：发动机抖动时有时无，发动机异响时隐时现等。这样的故障在诊断时需要造成故障发生时的工况条件和环境，获取故障诊断参数比较困难。

②持续性故障特点是在故障发生的阶段故障现象始终存在，俗称“硬故障”，例如：某一汽缸始终不工作，变速器始终无法换入某一挡等。这样的故障可以方便地对

诊断参数进行示波方式采集,获取故障诊断参数比较容易。

(6) 按故障表现特征可分为功能性故障、警示性故障以及隐蔽性故障三种。

①功能性故障是指故障具有明显的可感觉到的使用性能发生变化的特征,是指可以感觉到的故障,例如:加速不良,转向沉重等。

②警示性故障是指故障具有明显的可察觉到的外观状况发生变化的特征,是指可以察觉到的故障,例如:排气冒黑烟,故障灯亮等。

因为功能性故障和警示性故障是可以感觉或察觉到的故障,也统称为可见故障,但准确地说应该是可见可感故障。

③隐蔽性故障是指故障发生后无法察觉到的故障现象的故障,这种故障通常要通过检测才能够发现,因此,也称之为检测性故障。另外渐进性故障在发展初期尚未对功能产生影响时也属于隐蔽性故障,也称之为潜在性故障。

(7) 按故障生成原因可分为设计故障、制造故障、使用故障和维修故障四种。

①设计故障是指因汽车设计缺陷导致的故障,例如:发动机与底盘设计匹配不当,导致换挡加速时车身发抖。

②制造故障是指因汽车制造缺陷导致的故障,例如:汽缸铸造时产生气孔导致冷却液渗漏;曲轴因热处理不良导致早期断裂等。

③使用故障是指因汽车使用不当造成的故障,例如:恶劣条件下长期行驶导致悬架、车架和轮胎损坏;润滑油使用不当导致发动机汽缸损坏;驾驶操作不当导致变速器打齿等。

④维修故障是指由于维修不当造成的故障,例如:装配不当导致零件损坏;调整不当导致操纵性能变差;养护不当导致发动机早期磨损等。

设计故障、制造故障、使用故障和维修故障四种故障同属于人为故障。

(8) 按故障危害程度可分为轻微故障、一般故障、严重故障和致命故障四种。

①轻微故障是指不会导致停驶,尚不影响正常使用,亦不需要更换零件,可用随车工具在短时间内(约5min)轻易排除的故障。

②一般故障是指造成停驶,但不会导致主要零部件损坏,并可用随车工具和易损件或价值很低的零件在短时间内(约30min)修复;虽未造成停驶,但已影响正常使用,需调整和修复的故障。

③严重故障是指导致整车性能显著下降,造成主要零部件损坏,且不能用随车工具和易损备件在短时间内(约30min)修复的故障。

④致命故障是指涉及人身安全,可能导致人身伤亡,引起主要总成报废,造成重大经济损失,不符合制动、排放、噪声等法规要求的故障。

(9) 按故障发生频次可分为偶发性故障和多发性故障两种。

①偶发性故障是指故障现象出现概率非常低的故障,即发生次数极少的故障,例

如：行驶中发动机突然熄火（在很长时间内仅发生过一两次）。

②多发性故障是指故障现象出现概率比较高的故障，即经常发生的故障。

不论是偶发性故障，还是多发性故障，当故障出现时其故障现象既可以是间歇性的，也可以是持续性的。

(10) 按故障影响程度可分为部分故障和完全故障两种。

①部分故障是指汽车部分丧失工作能力的故障，即使用性能降低，例如：制动性能变差，加速性能不良，怠速不良等。

②完全故障是指汽车完全丧失工作能力的故障，即使用性能完全丧失，例如：完全没有制动，完全不能加速（加速就熄火），没有怠速等。

(11) 按故障发生状态可分为实际故障和潜在故障两种。

①实际故障是指已经发生的故障，故障真实存在并且已经造成结果的故障，例如：制动管路已经发生泄漏，导致制动不灵的症状发生。

②潜在故障是指存在着可能发生的故障，故障还没有发生，但已经具有发生的可能性。例如：制动管路出现裂纹，但还没有导致制动管路的泄漏，就是一个潜在故障。

(12) 按故障影响性质可分为功能故障和参数故障两种。

①功能故障是致使预定功能不能完成的故障。功能故障常常是由于个别零部件损坏或卡滞造成的。例如：由于起动机损坏导致发动机无法启动。

②参数故障是指工作参数超出标准值，但并未导致功能完全丧失的故障。例如：点火正时超出标准值，但并未导致点火过早（或晚）的故障现象发生。

(13) 按故障点的数量可分为单点故障和多点故障两种。

①单点故障是指只有一个故障点存在的故障。例如：只有冷却液温度传感器开路一个故障点的故障。

②多点故障是指同时有两个以上故障点存在的故障。例如：喷油器结焦和节气门位置传感器损坏同时发生在一辆汽车上的故障。

(14) 按故障发生系统的数量可分为单系统故障和多系统故障两种。

①单系统故障是指在汽车某一部分或某个总成上只有一个系统出现故障。例如：故障只发生在发动机点火系统的故障。单系统故障可以是单点故障，也可以是多点故障。

②多系统故障是指汽车某一部分或某个总成有多个系统同时出现故障。例如：故障同时发生在发动机点火和燃油两个系统上的故障。多系统故障在每个系统中可以是单点故障，也可以是多点故障。

(15) 按故障点与症状关系可分为一点多症故障和一症多点故障两种。

①一点多症故障是指一个故障点导致多种症状发生的故障。例如：点火正时因调整不当导致点火过早的故障点，表现为加速不良、产生爆震、水温高等多个症状。

②一症多点故障是指一个症状是由多个故障点导致的。例如：发动机冷却系统结垢、散热器堵塞、冷却系统密闭不严等多点故障导致发动机冷却液温度高的症状发生。

(16) 按故障机电表现可分为电控症状机械故障和机械症状电控故障两种。

①电控症状机械故障是指在汽车机械部分（含燃油、空气、点火及液压系统）发生的故障，在电子控制系统出现症状。例如：燃油压力不正常或进气漏气导致电脑控制系统燃油反馈控制失常。

②机械症状电控故障是指汽车电子控制系统发生故障，在机械部分出现症状。例如：电子控制系统爆震监控失效，导致在发动机中出现爆燃现象。

第三节 汽车故障的规律

汽车是由机电液一体化构成的复杂产品，故障类别繁多、原因复杂，但从可靠性角度分析，其故障发生的概率遵循一定的规律。

1. 汽车故障率

故障率可以表征汽车发生故障的程度，即把行驶到某一里程后单位时间内发生故障的汽车数，相对于行驶到这个里程时还在行驶的汽车数的百分比值称为行驶到该里程时的瞬时故障率，习惯上称之为汽车故障率。

计算故障率公式：

$$\text{故障率 } \lambda(x) = \frac{\text{此次间隔中出故障台数} / 0.5 \text{ 万 km}}{(\text{总数} - \text{累计已发生故障台数}) / \text{尚未发生故障台数} \times \text{万 km}} = \frac{2 \times \text{此次间隔中出故障台数}}{\text{尚未发生故障台数} \times \text{万 km}}$$

例如：总数为 50 台汽车，行驶 1.5 万 km，按每间隔 0.5 万 km 统计一次发生故障的情况如表 1-2 所示。

$$\text{在 1 万 km 处的故障率 } \lambda(1) = \frac{2 \times 1 \text{ 台}}{48 \text{ 台} / \text{万 km}} = 4.16\% / \text{万 km}$$

故障率统计表示例

表 1-2

行驶里程 (万 km)	此次间隔中 出故障台数	尚未发生 故障台数	累计已发 生故障台数	故障率 $\lambda(x)$ (%/万 km)
0~0.5	0	50	0	0
0.5~1	1	49	1	4.08
1~1.5	1	48	2	4.16

2. 汽车故障规律

汽车故障规律是指汽车开始使用后,其故障率 $\lambda(x)$ 与使用里程(或时间)的关系。汽车故障率曲线具有明显的两头高、中间低的几何形状特征,该曲线又被称为浴盆曲线。

图 1-1 主要反映出汽车机械装置的故障率随时间变化的规律。

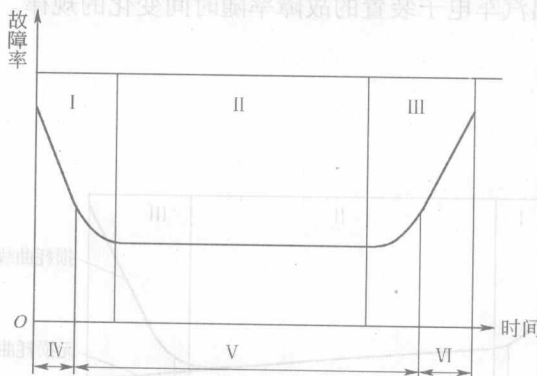


图 1-1 汽车机械装置的故障率曲线

I - 早期故障期; II - 偶然故障期; III - 耗损故障期; IV - 磨合期;
V - 正常使用期; VI - 即将报废期

(1) 早期故障期。浴盆曲线左侧部分为早期故障期,这是新车或大修过的汽车开始使用的初期。新车出现早期故障是由设计或制造上有缺陷等原因造成的,如设计不良、制造质量差、材料有缺陷、工艺质量有问题、装配不佳、调整不当、质量管理和检验出现差错等。大修车出现早期故障主要是装配不当、修理质量不高所致。早期故障可以通过强化试验和磨合加以排除。该阶段的特点是故障率较高,但在此阶段,汽车故障率随时间的增加而迅速下降,属于故障率递减型曲线。

(2) 偶然故障期。浴盆曲线的中间部分为偶然故障期,又称为随机故障期,其特点是故障率比较低,并且相对稳定,此阶段故障率是与行驶里程和时间无关的常数,属于故障率恒定型曲线。

偶然故障期内产生故障的原因:

①由偶然因素造成,如材料缺陷、操作失误、超载运行、润滑不良、维修欠佳及产品本身的薄弱环节等;

②由一些零件合乎规律的早期损耗引起。在偶然故障期内发生故障的时间是随机的、难以确定的,但从统计学角度来看,故障发生的概率又遵循一定的规律。在汽车正常使用的过程中所出现的故障,多属于偶然期故障。