

国家道路交通安全科技行动计划暨国家科技支撑计划项目

课题四“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”（2009BAG13A04）

道路运输车辆安全部件 维修工艺

李祥贵 仝晓平 主 编
慈勤蓬 许书权 副主编
蔡凤田 主 审



人民交通出版社
China Communications Press



国家道路交通安全科技行动计划暨国家科技支撑计划项目

课题四“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用” (2009BAG13A04)

道路运输车辆安全部件 维修工艺

Daolu Yunshu Cheliang Anquan Bujian Weixiu Gongyi

李祥贵	全晓平	主 编
慈勤蓬	许书权	副主编
	蔡凤田	主 审



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书在总结多年来道路运输车辆维修工艺实践经验的基础上,从车辆维修工艺基础入手,着重介绍了道路运输车辆的故障诊断和性能检测方法,系统阐述了车辆电气系统、转向系统、制动系统和行驶系统重要安全部件的维修工艺流程。本书可作为道路运输车辆管理部门和车辆维修企业的学习资料,也可作为相关专业技术院校和培训机构教学参考。

图书在版编目(CIP)数据

道路运输车辆安全部件维修工艺 / 李祥贵, 仝晓平主编.
—北京: 人民交通出版社, 2012. 5
ISBN 978-7-114-09764-5

I. ①道… II. ①李… ②仝… III. ①道路车辆-零部件-
车辆修理 IV. ①U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 071921 号

书 名: 道路运输车辆安全部件维修工艺

著 者: 李祥贵 仝晓平

责任编辑: 林宇峰 王金霞

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

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

字 数: 358千

版 次: 2012年5月 第1版

印 次: 2012年5月 第1次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-09764-5

印 数: 0001-1500册

定 价: 28.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

道路运输是我国经济大动脉的重要组成部分，运输安全、运输环境以及运输效率直接关系到国计民生。近年来，公路建设和道路运输业得到了快速发展，对于扩大和拉动内需、促进经济发展具有举足轻重的作用。然而，随之而来的道路交通事故也日趋频繁，重大事故呈现上升趋势。道路交通事故原因呈多样化特征，其中，道路运输车辆故障和技术状况不良而引发的交通事故占相当比例，在影响道路运输安全的“人、车、路、环境”等因素中，车辆技术状况的保障作用日显突出。

从加快新时期道路运输发展战略出发，结合我国道路运输车辆技术管理的实际需求，本书重点分析了道路运输车辆安全系统、部件的故障特征和技术状况衰减规律，确定影响车辆运行安全的重要维修作业项目，提出了维修质量控制关键点和改进措施，介绍了故障诊断和性能检验方法，制定了车辆重要安全部件维修的工艺质量控制原则、保障措施以及工艺过程和流程，借此提高道路运输车辆的维护、修理质量和交通事故综合预防能力，构建安全和谐的道路交通环境，促进行业技术进步，为进一步完善道路运输车辆技术管理提供技术支撑。

由于道路运输车辆车型繁杂的原因，本书在编写时很难将众多车型纳入其中，但鉴于车辆的系统组成结构以及工作原理大同小异，故我们以一些典型车辆为例以点带面进行本书的编撰。

本书是国家道路交通安全科技行动计划、国家科技支撑计划项目“重特大道路交通事故综合预防与处置集成技术开发与示范应用”（合同号：2009BAG13A04）中的重要研究内容，由山东交通学院与交通运输部公路科学研究院共同编写，李祥贵、仝晓平任主编，慈勤蓬、许书权任副主编。第一章由刁立福编写，第二章、第九章和第十章由李清民编写，第三章、第六章和第八章由冉广仁、牛会明编写，第四章由慈勤蓬与刁立福合作编写，第五章由李清民、慈勤蓬、冉广仁合作编写，第七章由慈勤蓬编写。

在编写过程中，得到了有关科研单位和汽车制造厂的大力支持，为我们提供了丰富的资料和宝贵的修改意见，在此一并致谢。由于编写时间仓促，加上编者水平有限，本书难免存在错误和不妥之处，诚望读者批评指正。

编者

2012年3月

目 录

第一篇 基础篇

1.1 概述

第一节 汽车维修工艺的地位和作用	3
第二节 汽车维修工艺特征	3
第三节 汽车维修工艺实施过程中存在的问题	5

1.2 汽车故障特征及维修质量控制关键项目的确定

第一节 汽车技术状况分析	7
第二节 汽车故障分析	9
第三节 汽车安全部件关键维修项目的确定	11

1.3 汽车维修工艺质量控制原则及保障措施

第一节 汽车维修工艺质量控制要素	13
第二节 汽车维修工艺的设计原则和工艺规程编制	21
第三节 汽车维修工艺要求	22

1.4 汽车故障检测诊断的一般方法

第一节 汽车故障检测诊断的原则	28
第二节 汽车故障检测诊断的基本程序	29
第三节 汽车故障检测诊断方法	35

第二篇 汽车检测与维护工艺篇

2.1 汽车检测

第一节 汽车安全机构外部检测	45
第二节 汽车制动性能检测	46
第三节 车轮侧滑检测	49
第四节 四轮定位的检测	51

第五节	车轮平衡检测	57
第六节	车速表检测	59
第七节	前照灯检测	60

第六章 汽车维护工艺组织、优化及质量控制

第一节	汽车维护工艺组织及质量控制	64
第二节	二级维护工艺优化的原则	68
第三节	二级维护工艺优化方法	68

第三篇 汽车维修工艺篇

第七章 电器系统安全部件检测、诊断与维修工艺

第一节	电器系统安全部件结构	73
第二节	电器系统安全部件的检测与故障诊断	87
第三节	电器系统安全部件的维护与调整	108

第八章 转向系统检测、诊断与维修工艺

第一节	转向系统的检查	123
第二节	转向系统的故障诊断与排除	124
第三节	转向系统的维修	127

第九章 制动系统检测、诊断与维修工艺

第一节	制动系统的故障诊断及排除	141
第二节	制动系统的维修	145
第三节	制动系统维修的竣工验收	167
第四节	制动防抱死和驱动防滑转系统结构与检修	167
第五节	电涡流缓速器结构与检修	177

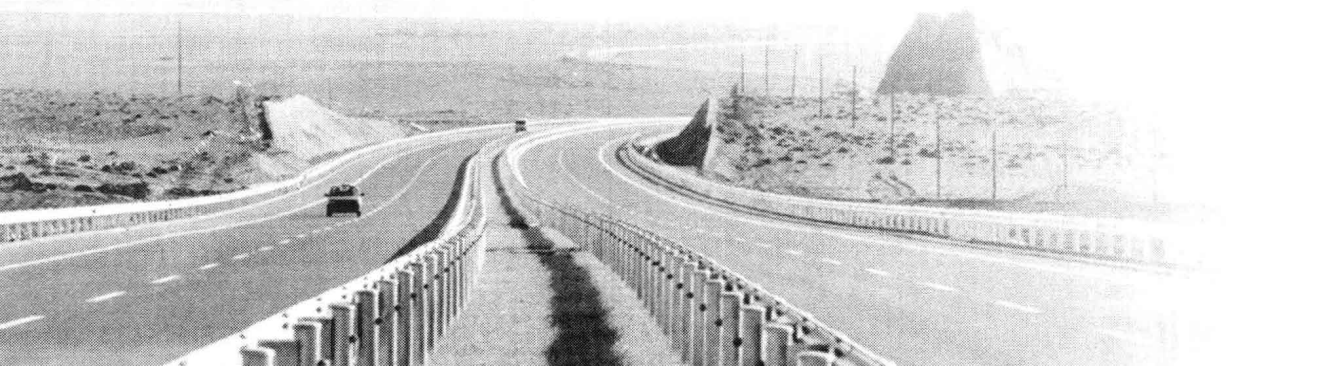
第十章 行驶系统检测、诊断与维修工艺

第一节	行驶系统的故障诊断与排除	185
第二节	行驶系统的维修	189

参考文献

第一篇

基础篇



概 述

随着我国汽车工业和道路交通运输业的发展,车辆保有量迅猛增长,对车辆安全性的要求也越来越高。车辆作为机械产品,随着行驶里程的增加或使用时间的延长,车辆运行安全关键部件(如转向、制动、悬架、车轮、灯光、信号、仪表等)技术状况会不断劣化。若不重视车辆的维护和修理,势必导致交通事故发生率增加。车辆,特别是道路运输车辆,一旦发生交通事故,往往就会造成群死群伤或重大财产损失。

为了保障道路运输车辆安全运行,充分发挥其使用性能,就必须规范道路运输车辆的维护、修理工艺,确保其技术状况良好。

第一节 汽车维修工艺的地位和作用

汽车维修工艺是指汽车维修人员利用维修生产设备或工具,按照一定要求维护或修理汽车的方法。这些方法是在维修汽车的长期实践中总结出来的,并经过实践检验的操作技术经验。汽车维修工艺主要有汽车检测诊断工艺、汽车维护(一级维护、二级维护)工艺、汽车零部件修理工艺、汽车总成修理工艺、汽车大修工艺等。

汽车维修工艺是汽车维修企业定工位、定设备、定人员的依据,是汽车维修进行劳动组合和实行优化的准则。按照汽车维修工艺制定工时、材料、设备、工具与能源消耗等工艺技术定额,按工艺定额核算维修成本,这对降低汽车维修成本有着极其重要的作用。

汽车维修作业由相互衔接的汽车维修工艺组成,其中任何一个维修工艺环节是否科学、合理、规范都对汽车维修质量有直接影响。可见,汽车维修工艺的作用贯穿于整个汽车维修过程中,是实现汽车维修的关键。研究汽车维修工艺,就是分析和改进汽车维修方法,使汽车维修更加安全、优质、高效、经济。

第二节 汽车维修工艺特征

一、传统汽车维修工艺特征

(1) 传统汽车维修工艺是以机械修理为核心的手工操作技艺过程,特别强调机械

修理和零部件修复，是总成拆装调整工艺与零件修复工艺的组合。

(2) 传统汽车维修工艺的故障检测诊断以形象思维、定性分析为基础，主要采用直观检查和少量仪表测量的方法。

(3) 传统汽车维修过程中技术数据的应用主要表现为技术标准的查阅，技术数据的形式为技术标准手册。

二、现代汽车维修工艺特征

当今世界汽车技术日新月异，新结构、新材料、新技术大量涌现。现代汽车已普遍采用电控燃油喷射系统、防抱死系统、自动变速系统、电控悬架系统等先进技术，如图 1-1 所示。

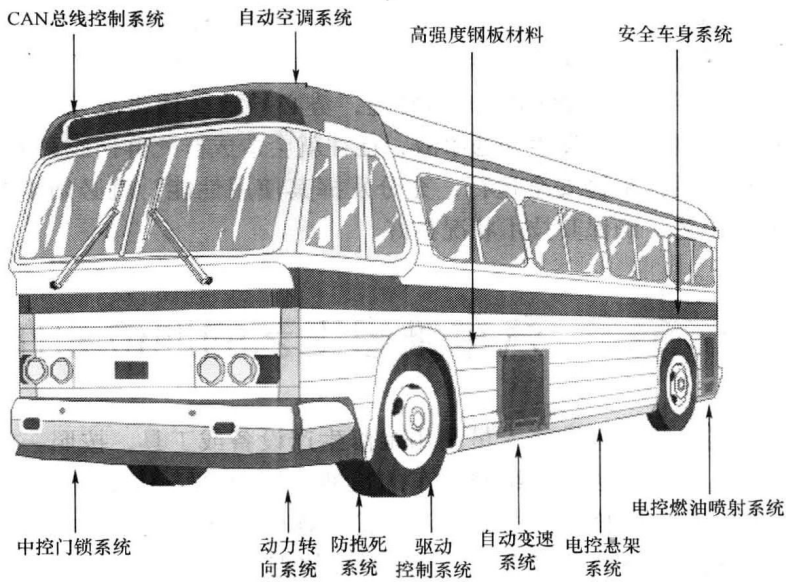


图 1-1 现代汽车新技术

基于此，现代汽车维修工艺呈现出以下特征：

(1) 现代汽车维修工艺强调的是故障检测诊断工艺，并以准确诊断故障点为目标，是总成拆装调整工艺与系统检测诊断工艺的组合。故障检测诊断工艺贯穿于整个汽车维修工艺的全过程。

(2) 故障检测诊断工艺是以逻辑思维、定量分析为基础，主要采用仪器仪表检测分析和部分直观检查的方法来完成。要求汽车维修企业必须配置先进的检测、诊断、维修设备。故障诊断工艺是汽车维修工艺的关键，而故障诊断工艺流程又是故障诊断工艺的核心。

(3) 现代汽车维修过程中技术数据的应用主要表现为维修诊断工艺和技术参数的详细查阅，技术数据的载体形式为生产厂家的维修手册或数据光盘。维修资料在现代汽车维修工艺中心不可缺，是汽车故障检测诊断的依据和汽车维修的重要指南。

(4) 现代汽车零件、机构、总成失效后,越来越多的零部件面临如下情况:制造商不提供维修配件、工艺上不允许修复、修复费用太高。因此,现代汽车多采用以更换新件为主的维修工艺,而很少采用传统的以零件修复为主的维修工艺。

(5) 现代汽车车身开始大量应用不同种类的新材料,如高强度钢、超高强度钢、铝合金、镁合金、塑料件等。新材料的大量应用使得车身板件的性能发生了非常大的改变,传统的汽车维修工艺已经不能很好地修复已损坏的车身板件。

①对于低碳钢钢板修理,加热操作后不会降低钢板原有的强度,用常规的氧—乙炔和电弧焊焊接。高强度钢加热再冷却后,强度会下降。因此在整体式车身修理中,不能应用氧—乙炔焊、电弧焊等在焊接过程中产生大量热量的焊接方式,而是应用惰性气体保护焊和电阻焊等产生热量少的焊接方式。

②超高强度钢不同寻常的高强度是由于在加工过程中产生的特殊细化的晶粒形成的。修理中的重新加热将会破坏这种独特的结构,而使钢的强度降低到一般低碳钢的水平。此外,由于高强度钢非常坚硬,一般修理厂的设备无法在常温下对它们进行校正。因此受损坏的超高强度钢零部件不可修复,必须更换。有些吸能区部件变形严重,不用焊接补丁的方法就修理不好时,也需要更换整个部件而不能修理。

(6) 随着汽车技术的不断发展,汽车维修格局也在悄悄地发生改变,现代汽车更加强调整车的维护工艺,进一步强调维护的重要性和必要性,使运输企业和个人更重视车辆的维护,防止因追求眼前利益而不及时维护,导致车况严重下降,影响行车安全。

第三节

汽车维修工艺实施过程中存在的问题

(1) 由于大多数道路运输车辆属于个人所有,车主自身素质不高,加上运输市场供大于求,经济效益较差。在这种背景下,许多车主盲目追求眼前利益,车辆只要能跑就行,忽视及时维护,淡化汽车强制维护的新理念。

(2) 维修企业在车辆维护过程中,特别是进行二级维护时,没有严格执行二级维护工艺流程,在某种意义上说起不到“预防为主”的车辆技术管理的作用,没有确定附加作业项目,也达不到视情修理的目的。二级维护作业漏项、减项现象比较严重,对道路运输车辆的行驶带来一定的安全隐患。

(3) 汽车维修过程中,不能严格执行汽车维修工艺,凭感觉或经验修车,缺少科学修车的理念。如在汽车总成装配时,有些维修人员很少去看汽车制造厂家在维修手册中规定的装配工艺,常常是别人怎么干,自己也怎么干;师傅怎么干,徒弟就怎么干。

(4) 一些不具备条件的维修业户超越经营范围进行汽车维修,由于缺乏可控的维修工艺,也没有保证工艺质量的条件,使得汽车维修质量难以保证。

(5) 汽车维修工艺并不是一成不变的,它随着整个汽车工业发展水平的变化而变化。汽车维修企业应及时跟踪并采用汽车维修新工艺。如现代汽车车身常采用高强度

钢板等新材料，在车身修理时，被加热过的高强度钢件表面外观及结构形状没有大的变化，这就容易引起修理人员的误会，认为加热并没有损坏板件；其实板件的内部结构被破坏了，这种变化对车身的危害是巨大的，导致车身的承重板件由于强度下降，一段时间后会产生产生变形，相关的机械部件如发动机、悬架、转向系统的安装点会变化，导致汽车振动加剧、跑偏、轮胎偏磨损、转向齿轮齿条过度磨损等问题。再如现代汽车设计优良的车身结构，有些板件如梁，有意设计成能在碰撞中可吸收撞击能量的损坏，这样可阻止或延迟关键部件的损坏。若焊接一个加强补丁来修复该板件，可能造成对车辆更严重的损坏，使这一部分的设计意图失效。一旦发生道路交通事故时，这些板件无法达到设计中的作用，从而会导致更大的损害。

汽车故障特征及维修质量控制关键项目的确定

第一节 汽车技术状况分析

一、汽车技术状况定义

汽车技术状况是定量测得的表示某一时刻汽车外观和性能的参数值的总和。

汽车技术状况变化的标志包括汽车的动力性、燃料经济性、制动性、转向操纵性、前照灯和喇叭声级、污染物排放、汽车防雨密封性、整车与外观。

二、汽车技术状况变化的基本原因

汽车零部件、机构或总成技术状态的改变，是引起汽车技术变化的基本原因。主要表现为零件失效和装配关系发生变化。

1 零件失效

零件失效是指汽车零部件失去原设计所规定的功能。失效的零件包括完全丧失原规定功能的零件，也包括功能下降和有安全隐患的零件。

零件失效的形式有磨损、腐蚀、疲劳、变形和老化。

1) 磨损

汽车零件的磨损是指零件工作表面的物质由于相对运动不断损耗的现象。它是汽车零件配合关系失效的一种主要形式，因而也是影响汽车技术状况和使用寿命的重要因素。

按失效机理加以区分，磨损可分为黏着磨损、磨料磨损、表面疲劳磨损、腐蚀磨损和微动磨损五类。

汽车零件的磨损，是多种因素相互影响的复杂过程，零件的磨损程度与所用材料的性质，表面加工方法和质量，以及载荷、工作温度、相对运动速度、润滑状态等使用条件有关。

2) 腐蚀

零件受周围介质作用而引起的损坏称为零件的腐蚀。其腐蚀类型有化学腐蚀和电

化学腐蚀。

氧化腐蚀是零件常见的化学腐蚀。金属材料与周围的氧气等腐蚀性物质反应，导致材料的性质和性能发生变化。对材料表面进行处理，如热处理、防腐处理，或采用防腐性能强的润滑油，氧化腐蚀即可有效防止。

电化学腐蚀是金属与酸碱盐等物质发生的反应，如汽缸和排气管的腐蚀。可燃混合气燃烧后产生大量的酸性氧化物，如二氧化硫、氮氧化物和一氧化碳等。发动机在低温条件下工作，酸性氧化物极易与燃料燃烧产生的水反应生成酸，因而对金属产生强烈的腐蚀作用。缩短暖机时间是减小此类腐蚀的主要措施。

3) 疲劳

零件在交变载荷作用下，经过较长时间的作用而发生断裂的现象称为零件疲劳。它是零部件常见的耗损形式之一。

零件疲劳与选材、结构、表面处理和载荷有关。

4) 变形

零件失去原设计形状叫变形。零件变形，特别是基础零件变形，对总成的工作影响很大。如前轴弯曲将造成前轮定位参数发生变化，导致轮胎磨损严重，汽车行驶稳定性下降等。

导致汽车零件变形的主要原因有内应力、外载荷和温度。

5) 老化

老化主要指非金属材料的龟裂、变硬、使用强度下降等，与工作性质、环境和工作强度有关。

2 装配关系变化

装配关系变化是指由于磨损导致配合间隙过大或紧固螺栓松动导致配合关系变化。

三、汽车技术状况变化的规律

汽车技术状况变化的规律是指汽车技术状况与行驶里程（或使用时间）的关系。将汽车技术状况变化的规律总结为以下两点：

(1) 汽车技术状况随行驶里程的增加逐渐变坏。因此，要认真执行定期检测、强制维护、视情修理的汽车维修制度。

汽车技术状况参数随行驶里程（或时间）的变化可用公式表达，即

$$y = a_0 + a_1 l^\alpha$$

式中：y——汽车技术状况参数；

a_0 ——初始的汽车技术状况参数；

a_1 ——单位行程内汽车技术状况参数的变化强度；

α ——确定汽车技术状况变化程度的特性指数；

l ——汽车行驶里程（或时间）。

(2) 由于多种因素的影响，汽车技术状况的变化程度不一。

根据该规律，结合具体使用条件，对汽车维护周期、检测诊断项目和维护作业项

目进行合理调整。

第二节 汽车故障分析

一、汽车故障及分类

故障是产品的疾病，也是产品技术状况恶化带来的必然结果。汽车的故障会造成许多方面的损失，主要表现在用户方面、社会方面以及汽车制造厂商方面。从汽车可靠性工程角度来看，首要目标是杜绝或有效地减少危害性大的故障，其次是大力降低故障发生的频率。故障一般分为如下四种。

(1) 致命故障：对安全行驶产生巨大危害，可能造成车毁人亡，带来重大经济损失。

(2) 严重故障：影响行驶安全，可能导致总成、零部件损坏，不能用随车工具或备件在短期内修复。

(3) 一般故障：不影响行驶安全，一般不会导致总成、零部件损坏，能用随车工具或备件在短期内修复。

(4) 轻微故障：不影响行驶安全，通过简单修理即可排除。

二、汽车的故障模式

汽车常见的故障模式如下：

(1) 损坏型故障模式。如：断裂、碎裂、开裂、裂纹、点蚀、烧蚀、击穿、变形、拉伤、龟裂、压痕等。

(2) 退化型故障模式。如：老化、变质、剥落、磨损等。

(3) 松脱型故障模式。如：松动、脱落等。

(4) 失调型故障模式。如：压力过高或过低、行程失调、间隙过大或过小、卡滞等。

(5) 堵塞与渗漏型故障模式。如：气阻、漏油、漏水、漏气、渗油等。

(6) 性能衰退或功能失效型故障模式。如：性能衰退、公害超标、异响、过热等。

通过对故障模式的分析，可了解影响系统功能的关键性零部件的失效情况，从而在设计上考虑改进的方法（如重新考虑系统结构、改换材料、采取有储备系统设计方法等以提高系统的可靠度），以及在使用和维修方面采取积极有效的措施。

三、现代汽车故障分布特征

确定汽车的故障分布是可靠性研究的基本内容之一，它能很好地描述随机变量的性质，揭示其内在规律。判定随机变量的分布类型及表征这些分布的相应参数值，可为汽车可靠性的评价和改进提供依据。常用的几种连续型随机变量的故障分布有指数分布、正态分布、威布尔分布等。一般地讲，凡是由若干个独立部件串联构成的产品，

只要其中某个部件失效，整个产品就告失效，即属于最弱环模型。威布尔分布是描绘最弱环模型的有效工具。

1 整车故障分布特征

1) 一般汽车故障规律

一般整车故障有较强的规律性。其故障率函数通常有三种类型：早期故障、偶然故障和耗损故障，其函数曲线是一条浴盆曲线，如图 2-1 所示。

(1) 早期故障的故障率，其特点是产品在开始时发生故障的可能性很大，故障率大，随着时间的延长而逐渐下降，相当于磨合期。次类故障多是由于设计、制造等方面的原因造成的，随着修理和磨合可以排除，如图 2-2a) 所示。

(2) 偶然故障的故障率是与时间无关的常数。称为故障率恒定型，相当于正常使用期。次类故障多是由于操作不当、维护欠佳、材料和结构隐患等造成，故障具有偶然性。如图 2-2b) 所示。

(3) 耗损故障是产品经长期使用后，出现老化衰竭而引起的，其随时间的延长而逐渐增加，属故障率增长型。若在故障率开始上升前更换或修复好将要耗损的零部件，则可以减小故障率，延长汽车的使用寿命，如图 2-2c) 所示。

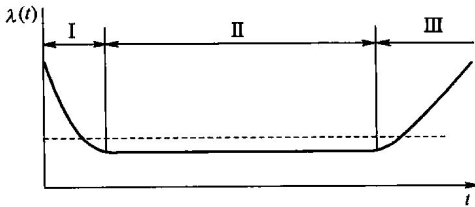


图 2-1 整车故障率变化曲线

I - 早期故障；II - 偶然故障；III - 耗损故障

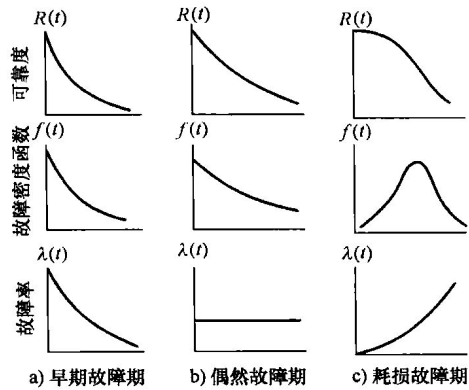


图 2-2 故障率、故障密度函数与可靠度函数曲线

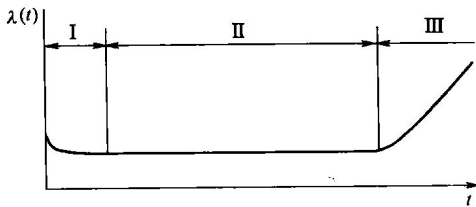


图 2-3 整车故障规律发展新趋势

2) 整车故障规律发展新趋势

(1) 以往整车故障率变化曲线具有明显的浴盆曲线特征，在汽车使用初期故障率很高，而现代汽车由于设计制造水平的提高，汽车在使用初期故障率曲线趋向扁平，甚至跟恒定故障期故障率曲线持平，如图 2-3 所示。

(2) 耗损故障期故障率开始上升的时间（里程）明显延长，说明汽车设计制造水平提高，汽车检测维修水平提高或汽车使用条件得到较大改善。

2 总成故障分布特征

汽车各总成的故障规律根据其结构特点和工作性质表现出较大差异。表2-1所示为某一车型公交车故障规律威布尔分布参数值。

汽车各系统威布尔参数估计值

表 2-1

系统名称	形状参数 m	特征寿命 η
电气系统	1.6	5600
燃油供给系统	1.7	4400
起动系统	1.0	11800
传动系统	2.3	3800
润滑和冷却系统	1.2	6200
配气系统	1.5	7200
转向系统	1.0	27500
制动系统	1.2	8400
进气系统	2.0	3900
行驶系统	1.2	5800
曲柄连杆机构	0.7	65000
车身及附件	2.2	4500

(1) 由表2-1可见, 起动系统、润滑与冷却系统、转向系统、制动系统、行驶系统和曲柄连杆机构形状参数 m 在1附近, 属于故障率恒定 (一般认为当 $0.7 \leq m \leq 1.3$ 时为故障率恒定)。定期的维护不能减小其故障率, 但能延长偶然故障的时间, 从而延长零件的使用寿命。

(2) 电气系统、燃油系统、传动系统、进气系统和车身及附件形状参数 m 相对较高, 说明这类系统在使用过程中故障率有递增现象。需要对相关零部件进行修理。特征寿命 η 低, 如燃油供给系统、传动系统和进气系统, 说明出现故障较早, 应加强该系统的维护。

第三节

汽车安全部件关键维修项目的确定

汽车安全部件关键维修项目的确定原则, 取决于汽车的行驶安全性。汽车的行驶安全性是以最小的交通事故概率和最少的交通公害适应各种行驶条件的能力, 它包括主动安全性、被动安全性和事故后安全性三个方面。确定汽车关键维修项目应围绕这三个方面展开。

一、主动安全性方面的内容

主动安全性是汽车本身防止或减少道路交通事故发生的性能。与主动安全性相关的内容有: