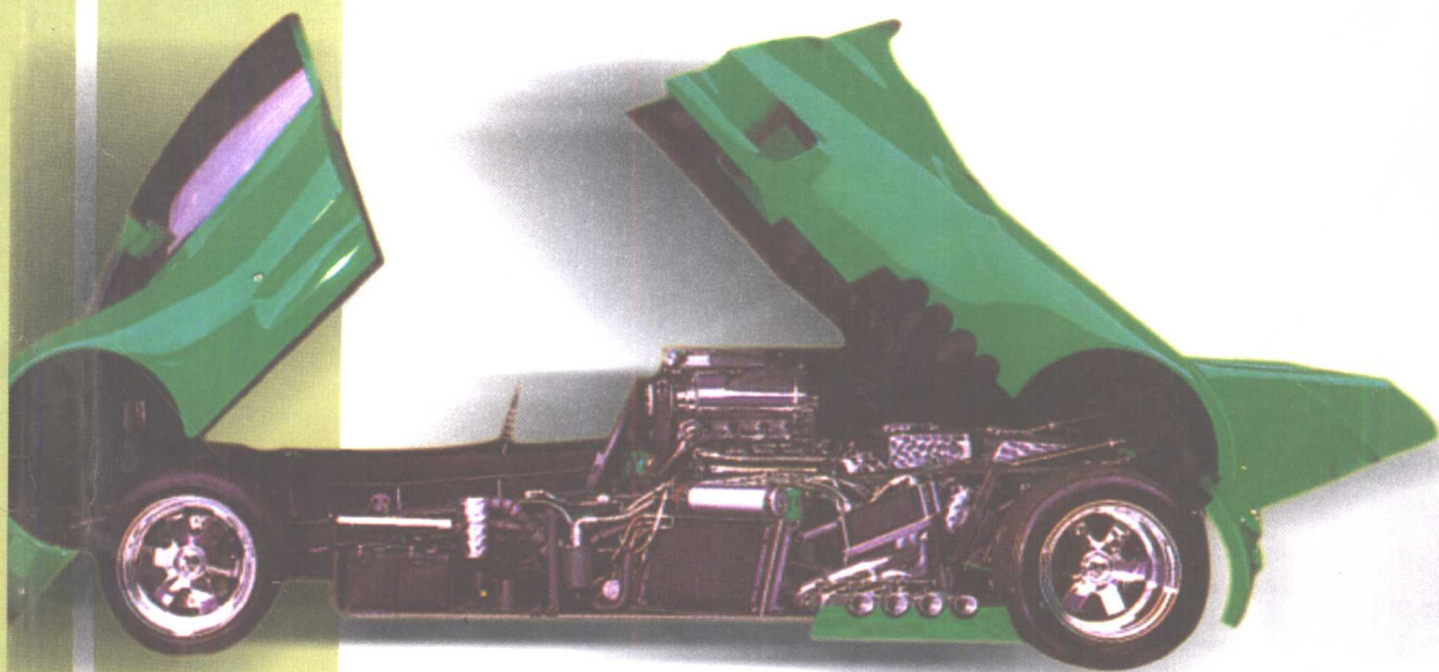
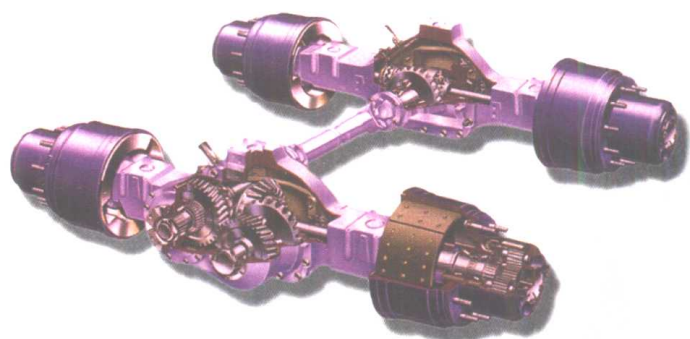


汽车修理

QICHE XIULI

# 汽车修理

羊拯民 主编



安徽科学技术出版社

安徽科学技术出版社

# 汽车修理

主编 羊拯民

编写 羊拯民 程晓章 温千宏

安徽科学技术出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

汽车修理/羊拯民主编;羊拯民,程晓章,温千  
宏编. —合肥:安徽科学技术出版社,2001.1

ISBN 7-5337-1050-9

I. 汽… II. ①羊…②羊…③程…④温… III. 汽车-  
车辆修理 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 75954 号

\*

安徽科学技术出版社出版  
(合肥市跃进路1号新闻出版大厦)

邮政编码:230063

电话号码:(0551)2825419

新华书店经销 阜阳印刷总厂印刷

\*

开本:787×1092 1/16 印张:24.25 字数:586千

2001年1月第1版 2001年1月第1次印刷

印数:4 000

ISBN 7-5337-1050-9/U·11 定价:30.00元

(本书如有倒装、缺页等问题请向本社发行科调换)

## 前 言

随着汽车工业的不断发展,汽车的保有量逐年增加,使用汽车的人员也越来越多。为了提高行驶安全性和经济性,汽车的维修已成为运输企业及有关个人必须掌握的一种技术。

为适应发展的需要,本书根据当前的实际情况,较全面地阐述了汽车维修的基本原理、方法和技术。在编写过程中力争理论联系实际,突出实践性和实用性。

本书的主要内容包括汽车、发动机的可靠性知识;汽车零件的修复工艺;汽车底盘、发动机及车身的损坏机理、修理方法;维修企业的维修制度和生产方式等。

本书可作为高等院校汽车拖拉机、汽车运用与修理专业,成人教育相应专业的本、专科学生的教材,亦可供运输与修理企业、科研机构的工程技术人员、工人及干部参考阅读。

本书共分五篇,三十一章。其中第一章至第十四章、第二十九章至第三十一章由羊拯民同志编写;第十五章至第二十一章由程晓章同志编写;第二十二章至第二十八章由温千宏同志编写。羊拯民同志任主编。

由于我们的经验与知识有限,同时时间也很紧张,文中一定有不妥之处,错误在所难免,欢迎专家和读者批评指正。在编写本书过程中参考了许多书籍和资料,不能一一列出,在此向这些作者和企业表示衷心的感谢。

编 者

1999年10月

## 目 录

## 第一篇 汽车维修总论

第一章 汽车的故障	1
第一节 汽车的零件故障及其模式	1
第二节 汽车故障的规律和模型	3
第三节 汽车及其零部件的极限技术状态及其确定方法	6
第二章 汽车的可靠性与维修性	13
第一节 汽车的可靠性、维修性与有效性的基本概念	13
第二节 汽车可靠性、维修性、有效度中常用的分布	18
第三章 汽车零件的失效	20
第一节 汽车零件的磨损失效	20
第二节 汽车零件的变形失效	30
第三节 汽车零件的疲劳失效	31
第四章 汽车的维修制度及维修工艺组织	36
第一节 汽车的维修制度及其内容	36
第二节 汽车的维修工艺组织	39
第五章 汽车维修的工艺过程	43
第一节 汽车的接收	43
第二节 汽车的清洗技术	44
第三节 汽车和总成的拆卸	53
第四节 汽车零件的检验	55
第六章 汽车与总成的装配、检测与出厂	71
第一节 汽车总成的装配与磨合试验	71
第二节 汽车的总装检验与交车	80

## 第二篇 汽车零件的修复方法

第七章 汽车零件的机械加工修复法	83
第一节 零件的机械加工修复法的特点与应注意的问题	83
第二节 零件的机械加工修复的方法	88
第八章 汽车零件的焊接修复	94
第一节 汽车铸铁零件的焊修	94
第二节 铝合金件的焊修	102
第三节 二氧化碳气体保护焊	107

第四节	堆焊	112
第九章	汽车零件的喷涂与喷焊修复法	119
第一节	汽车零件的喷涂修复法	119
第二节	汽车零件的喷焊修复法	127
第十章	汽车零件的电镀修复法	130
第一节	电镀的基础知识	130
第二节	几种典型的电镀方法	133
第十一章	汽车零件的刷镀修复法	140
第十二章	其他修复技术	149
第一节	胶粘修复零件	149
第二节	汽车零件的校正修复法	152
第三节	表面强化与表面处理	154
第十三章	汽车零件修复工艺的选择	158
第一节	汽车零件修复方法的选择	158
第二节	汽车零件修复工艺的经济合理性分析	162
第十四章	汽车修理工艺规程的制定和工艺文件的编制	165
第一节	汽车修理的工艺规程及工艺卡片	165
第二节	零件的修复工艺路线的制定	168

### 第三篇 发动机的修理

第十五章	气缸盖和气缸体的修理	170
第一节	气缸盖及气缸体的损伤分析与检验	170
第二节	气缸盖与气缸体的修理	172
第三节	气缸的修理	174
第十六章	曲柄连杆机构的修理	184
第一节	活塞连杆组的修理	184
第二节	曲轴飞轮组的修理	190
第十七章	配气机构的修理	198
第一节	气门组成机构的修理	198
第二节	气门驱动机构的修理	208
第十八章	润滑系的修理	213
第一节	概述	213
第二节	机油泵的修理	213
第三节	机油滤清器的检修	218
第四节	机油散热器的修理	222
第五节	曲轴箱通风装置的修理	223
第十九章	冷却系的修理	225
第一节	水泵的修理	225
第二节	散热器的修理	228

第二十章 燃料供给系的修理	231
第一节 汽油发动机燃料供给系的修理	231
第二节 柴油发动机燃料供给系的修理	243
第三节 汽油发动机电子控制燃油系统的检修	251
第二十一章 发动机的装配、磨合与试验	263
第一节 发动机的装配	263
第二节 发动机试验	268

#### 第四篇 汽车底盘各总成修理

第二十二章 离合器的修理	272
第一节 离合器的检验与修理	272
第二节 离合器的装配与调整	276
第二十三章 变速器的修理	280
第一节 变速器的检验与修理	280
第二节 变速器的装配与试验	287
第三节 自动变速器(无级变速器)的检修、装配及使用简介	288
第四节 变速器检修实例	289
第二十四章 万向传动装置的修理	292
第一节 万向传动装置的检验与修理	292
第二节 万向传动装置的组装	295
第二十五章 驱动桥修理	299
第一节 驱动桥壳、半轴套管及半轴等的检修	299
第二节 主减速器的检验与修理	300
第三节 差速器的检修与调整	302
第二十六章 前轴和转向系的修理	305
第一节 前轴和转向系主要零件的修理	305
第二节 前轴的装配与调整	311
第三节 转向系的装配与调整	313
第四节 等速万向节的检修	318
第二十七章 制动系修理	322
第一节 车轮制动器和驻车制动器的检修	322
第二节 液压制动传动机构的检修	331
第三节 气压制动传动机构的检修	334
第四节 制动性能的检验标准	337
第二十八章 悬架修理	338
第一节 钢板弹簧总成的检验与修理	338
第二节 减振器的检验与修理	340
第三节 前轮独立悬架各构件的检验与修理	342
第四节 悬架装置的装配与调整	344

---

## 第五篇 汽车车身修理

<b>第二十九章 车身的拆卸与检验</b> .....	346
第一节 车身拆卸.....	346
第二节 车身与车架损耗的检验.....	347
<b>第三十章 车身主要零部件的修理</b> .....	353
第一节 车架或底架的修理.....	353
第二节 车身骨架的修理.....	357
第三节 车身蒙皮的修理.....	359
<b>第三十一章 车身表面涂层的修复</b> .....	363
第一节 涂装前金属的表面处理.....	363
第二节 车身涂料.....	368
第三节 车身涂装工艺.....	370
<b>参考文献</b> .....	379



# 第一篇 汽车维修总论

## 第一章 汽车的故障

在汽车维修中研究故障主要是查明故障的模式,追查故障的原因和危害,寻找故障规律以便有的放矢地采取维修措施,多快好省地预防和排除故障,保持与恢复汽车原有的功能。同时探求故障发生的机理,并将有关故障信息反馈给设计制造部门,以提高汽车固有的可靠性与维修水平。

### 第一节 汽车的零件故障及其模式

#### 一、汽车故障的基本概念

定义故障标准是鉴别故障的首要工作,也是维修决策过程的基础。

我国的汽车设计制造部门为评定汽车产品的可靠性,制定了一套比较具体的,有量化指标的故障分类方法,将汽车的故障分为致命故障、严重故障、一般故障和轻微故障四类,如表1-1。详细的内容请见 QZ109——87《载货汽车可靠性核评定方法》。

表 1-1 汽车故障分类表

名称	故障定义	故障举例(模式)
致命故障	危及或导致人身伤亡,引起主要总成报废或造成重大经济损失的故障	连杆或曲轴断裂,飞轮碎裂,机架或机体断裂,车轮脱落等
严重故障	严重影响产品功能或规定的重要性能指标恶化至规定范围以外,必须停机修理,修理费用较高,在较短有效时间内无法排除的故障。即需要更换产品外部重要零部件或拆开机体更换内部零部件的故障	发动机烧瓦,凸轮严重磨损,齿轮、轴承损坏,严重“三漏”,缸套内表面拉伤,需镗缸,高压油泵调节杆卡死
一般故障	明显影响产品功能,修理费用中等,在较短的有效时间内可以排除的故障,即需要更换或修理外部零部件的故障	油箱开裂,油水渗漏,零件开焊或开裂,油箱盖丢失,电器开关损坏,油漆大块剥落

续表

名称	故障定义	故障举例(模式)
轻度故障	轻度影响产品功能,暂时不会导致工作中断,修理费用低廉的故障,或在日常保养中能用随机工具轻易排除的故障	轻微渗漏,螺栓松动,外部调整改变,更换次要的外部紧固件,电线脱焊等

注1:在产品可靠性评定标准的附录中,一般都有故障模式和相应的故障类别详细列举,可以参考。

注2:表中有效时间,是指产品发生故障后停机到排除故障,恢复正常为止,包括故障诊断、检查、修理、调试和必要的管理时间,但不包括停机期间,由于人为或自然因素耽误的时间。

注3:轻微渗是经紧固后可排除的渗。

## 二、汽车的故障模式

汽车故障的表现形式称为故障模式或故障现象。故障模式是查找故障原因和进行故障分析的基础。确定故障模式有助于正确地理解人们要维修的是什么,所以对故障模式的描述要清楚、具体。不同的车辆有不同的故障表现形式。汽车的主要故障模式有损坏型、退化型、松脱型、失调型、堵塞和渗漏型、丧失功能或性能衰退型。

### (1) 损坏型

指零件本身损坏。如裂纹、断裂、烧蚀、击穿(绝缘)、擦伤、龟裂、点蚀、磨损超限等。

### (2) 退化型

指非金属零件,如橡胶油封、塑料零件的老化、润滑油变质、油漆老化脱落等。

### (3) 松脱型

指连接件丧失原具有的紧固力。如螺栓、铆钉等连接件松动、焊接开焊等。

### (4) 失调型

①压力不当:如润滑油或压缩空气压力过高过低。

②间隙不当:如配合间隙不符合技术要求。

③行程不当:如踏板、操纵杆、方向盘等行程不符合技术要求。

### (5) 堵塞或渗漏型

如管路中有异物阻挡或油路有汽化现象产生使液体或气体不能流动或流动不畅;或密封失效导致漏油、漏水、漏气现象产生。

### (6) 丧失功能或性能衰退型

指整车或总成功能完全丧失。

①丧失功能:如喇叭不响、灯不亮、离合器打滑、制动失灵等。

②性能衰退:如动力性、经济性、制动性下降。

③异响型:如发动机或传动系各总成发出不正常的响声。

④过热型:如发动机、变速箱等油液工作温度超过正常工作温度。

故障模式产生的原因:一是因汽车零部件经长时间工作后,产生疲劳、磨损、腐蚀等引起的;另一种原因是汽车运行过程中意外的原因造成的,如轮胎突然刺破、油管突然破裂或堵塞等原因引起的。

整车、总成、零件在工作过程中都有可能产生各种类型的故障模式。

## 第二节 汽车故障的规律和模型

为了预防故障的发生,为维修决策提供科学的依据,了解汽车故障的宏观发展规律和故障发生的模型是很重要的。

### 一、故障率

故障率  $\lambda(t)$  即是汽车或总成在规定的使用条件下使用到某行驶里程(某时刻)后,在尚未发生故障的汽车或总成中,单位行驶里程(或单位时间)发生故障的概率。

在数学上有

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} \quad (1-1)$$

在生产实际中,常用平均故障率  $\lambda_m$  作为故障率的观测值。所谓平均故障率即指汽车或总成在规定的行程内(或考察时间内)故障发生次数与累积工作行程(或累积时间)之比,其数字表达式为:

$$\lambda_m(t) = \frac{M}{\sum_{i=1}^n L_i} \quad (1-2)$$

式中:  $M$ ——汽车或总成在考察行程内(或时间内)发生故障的总次数;

$\sum_{i=1}^n L_i$ ——汽车或总成在考察行程内(或时间内)的总累积工作行程(或总累积时间)。

故障率的单位通常用时间(或行程)的倒数来表示,对汽车常为  $1/K(\text{km})$ 。

### 二、汽车或总成的故障规律

所谓故障规律是指汽车或总成投入使用后,故障率与使用时间的关系如图 1-1 所示。由于明显的几何方面的原因,该曲线又称浴盆曲线。

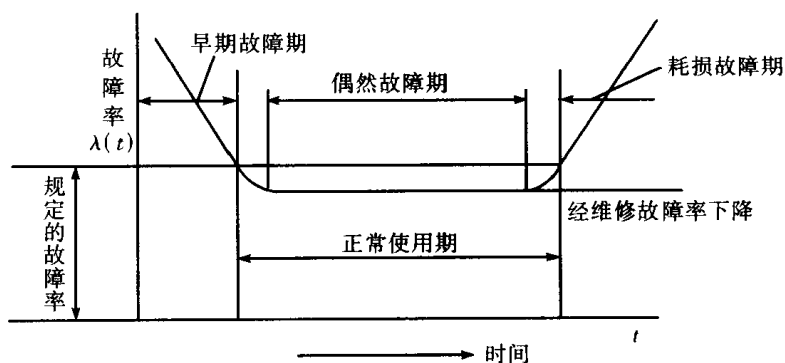


图 1-1 浴盆曲线

该曲线分为三个阶段,即早期故障期,偶然故障期和耗损故障期。

#### 1. 早期故障期

即汽车或总成投入工作的初期,由于设计不良、制造质量差、安装不正确、调试不当、操作维护失误而引起的早期故障的时间。其特点是故障率较高,但在此期间汽车故障率  $\lambda(t)$  随时间增加而迅速下降,属于故障率递减型。为了减少汽车或总成在投入使用后的早期故障,其办

法是排除设计制造中的缺陷,应用成熟技术,严格工艺规程,加强走合期的使用、维护和管理,严格执行有关新车(或大修车)的走合的各项规定,同时应提高使用人员的素质,减少误操作引起的故障。

早期故障期,一般为汽车的保修期。如载货汽车为 0~10 000km 或 0~25 000km。

## 2. 偶然故障期

浴盆曲线的中间部分为偶然故障期,进入此时间的特点是故障率  $\lambda(t)$  的值低且趋于稳定,接近于常数,属故障率不变型。

偶然故障期内故障产生的原因:一是偶然因素造成的,如材料缺陷、操作失误、装载失控、润滑不良、维修欠佳及产品本身的薄弱环节等引起的;二是一些零件合乎规律的早期损耗所引起的。在偶然故障期故障发生的时间是随机的,难以确定的。但从客观看,故障发生的概率是遵循一定规律的。为了减少偶然故障期的故障、延长产品的有效寿命,首先在设计制造方面就是提高产品应有的抗负荷能力,尽量消除各种因素的随机误差,其次在正常使用期内,应执行正确使用、定期检测、强制维护和视情修理的方针以降低故障率,维持并保证汽车的完好技术状况和工作能力。

## 3. 耗损故障期

即曲线的右边部分。该时期的特点是故障率  $\lambda(t)$  随时间的延长而上升得越来越快,属故障率递增型。在这时间汽车或总成由于老化、磨损、疲劳等原因,引起性能参数恶化、振动增大、出现异响等。此时应考虑对汽车或总成进行大修,更换将要失效或已失效的零件,恢复其功能,就能抑制故障率的上升,汽车进入一个新的工作循环。

汽车从新车投入使用到最终报废,其整体技术状况或工作能力将不断恶化,故障率  $\lambda(t)$  呈上升状态。若按目前国产载货汽车经济使用寿命  $(5\sim6)\times 10^6\text{km}$ ,其间允许大修两次考虑,则整个经济使用寿命期间  $\lambda(t)$  的走势如图 1-2 所示。

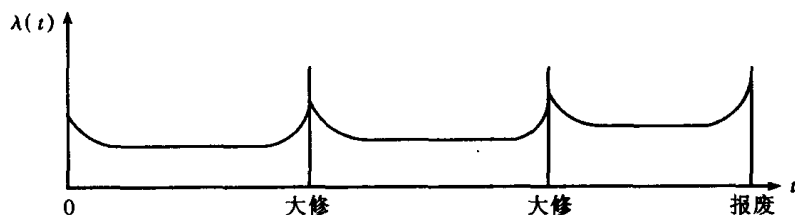


图 1-2 经济使用寿命期内  $\lambda(t)$  整体走势

在耗损故障期中,准确确定何时进入耗损故障期,对维修工作有重要意义。

应当指出,并非所有的汽车零部件都具有三个故障期,都呈浴盆曲线的形状。有些零部件只有其中一个或两个故障期。如图 1-3 所示。因此采取的预防故障的维修决策也不同。

对于汽车、拖拉机发动机和曲柄连杆机构等部件其故障模式(如磨损、腐蚀、疲劳、材料性质的老化等)与工作时间密切相关,因此故障率曲线如图 1-3(A)所示。

有些部件例如汽车、拖拉机的前桥,电子产品设计完善,技术成熟或经过早期故障处理,同时与时间有关的故障模式起支配作用,其故障率曲线如图 1-3(B)所示。

有些部件如汽车、拖拉机的油路、电路等,与工作时间无关或关系不太大的故障模式(随机故障)起支配作用,这些零部件其故障发生的规律一般如图 1-3(C)所示。

即使具有图 1-3(A)故障规律的汽车或总成,由于可靠性、安全性、环保性要求很高,有时由于在耗损故障期尚未出现时,已安排修理,耗损故障期表现不出来,呈现图 1-3(D)所示规

律。一些紧固件也基本上只有前两个故障期。

对于质量低劣的汽车零部件其故障自始至终都较高,寿命很短,呈现出如图 1-3E 所示。

### 三、汽车产品的故障物理模型

研究汽车或总成的故障物理模型,不仅对理解产品的损伤或故障(失效)的机理有启发作用,而且对提高汽车设计和使用的可靠性和维修决策水平有重要意义。

#### 1. 极限模型和耐久模型

汽车零件所承受的应力超过某一极限值或者能量积累达到某一限度出现不稳定、不安全、不可靠的状态而引起汽车或总成出现故障称为极限模型。因此使用时应该使零件承受的应力小于允许值。

如果零件承受的应力虽然在允许范围之内,但经过长时间工作使用后,引起工作性能逐渐劣化或失效,即称为耐久模型。耐久性试验或寿命试验就是在这种条件下观察应力与时间(寿命)关系的试验。

#### 2. 最弱链环模型

汽车或总成中由若干个零件或部件链环组成一个系统(链条)。它们中任一个零件失效将引起整车或总成失效,即引起链条的断裂,也就是最弱的最短的链环决定了整车或总成(链条)的寿命。这种观点称为最弱链环模型或链环模型。这种模型有时又称串联模型。整体可靠度是各个部分的可靠度的乘积,失效率为各个部分失效率的和。

例如汽油机的供油系统可看成由油箱、燃油滤清器、油管、输油泵、化油器及其各种装置组成的串联系统。在工作中无论哪一个机件失效,整个供油系统就不能完成规定的功能,找出系统中最薄弱也就是最容易出故障的链环,提高它的抵抗负荷能力,对提高整个系统的可靠性有重要作用。

#### 3. 墨菲法则

即是假若有引起失效的因素则失效就会发生。由于环境、应力和时间等因素的影响,将会导致零件业已存在的某种缺陷的继续扩大,最后引起零件失效。而汽车零件的缺陷,既有材料性能等存在的不合格状态,也有包括人为的因素,如设计或选材错误。因此要求对事前可考虑的故障原因及其影响因素进行分析,克服这些可能出现的故障因素,力求将故障消除在萌芽状态。

#### 4. 累积损伤模型

汽车或零部件在运行过程中每受到一次负荷循环,都要消耗一定的寿命分量。如假设零部件所受的损伤与作用的应力成正比,且在不同应力下破坏时总损伤量是一个常数,则当零部件受的应力为  $S_1$  时,使用寿命为  $L_1$ ;承受的应力为  $S_2$  时,使用寿命为  $L_2$ ;……如果应力  $S_1$  作用的时间为  $t_1$ ,应力  $S_2$  作用的时间为  $t_2$ ,……则零部件将以在  $S_1$  时的  $t_1/L_1$ ,在  $S_2$  时的  $t_2/L_2$ ,……的比率损耗其整个寿命,最后在第  $m$  次应力  $S_m$ ,零部件的总损伤量达到极限量,则零件的寿命达到了极限而失效。用数学式子表示,即为: $t_1/L_1 + t_2/L_2 + \dots + t_m/L_m = 1$  或  $\Sigma(t_i/L_i) = 1$ 。

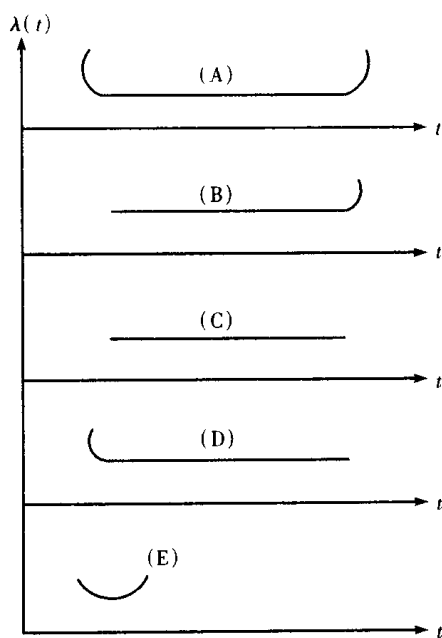


图 1-3 某些机件的故障率曲线

按材料性质、形状、施加应力的方法不同,  $\Sigma(t_i/L_i)$  不一定等于 1, 约 70% 的  $\Sigma(t_i/L_i)$  在  $1 \pm 0.2$  以内。

### 5. 应力 - 强度模型

应力是指引起产品失效的因素。强度是指阻止产品失效的因素。汽车零件所受的应力超过允许强度时即失效。

在产品使用初期, 由于设计时都有一定的安全系数(汽车为 1.3~1.6), 正常情况下是不会发生失效的。但在使用过程中产品的强度逐渐下降或应力发生变化, 使施加在零件上的应力超过零件的强度则将发生失效。因此使用中使汽车零部件保持在合理的应力水平状态, 避免偶然不利因素的影响, 则可减少汽车的故障。

## 第三节 汽车及其零部件的极限技术状态及其确定方法

汽车经过运行一段时间后, 它的技术状态的参数达到或超过规定的极限度, 就必须进行修理(一般为大修)。正确地确定汽车的极限技术状态对于修理是非常重要的。极限状态定得合理, 不但会使汽车的潜力得到发挥, 而且也会使修理的经济性得到保证。

判别汽车是否进入极限技术状态主要应从下列各种因素来考虑:

- ①汽车不能工作的技术原则;
- ②汽车不应继续工作的运行安全原则;
- ③不允许汽车继续工作的环境保护原则;
- ④汽车不应继续工作的经济原则。

根据这些原则, 并结合具体情况来规定汽车极限状态到来的时刻。

### 一、汽车极限技术确定

#### 1. 以汽车无故障工作的概率来判别其极限技术状态

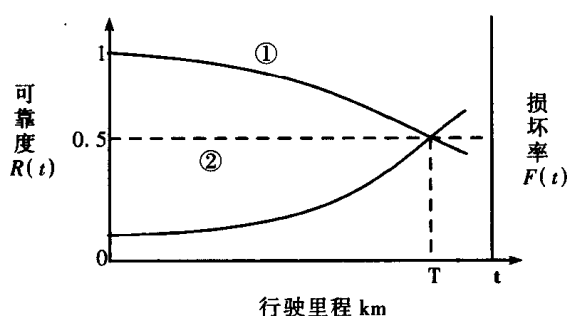


图 1-4 确定汽车极限状态曲线

①可靠度曲线; ②损坏率曲线

汽车无故障工作的概率即汽车的可靠度, 它的允许值能充分表示故障及其后果的全部特点, 是衡量汽车技术状况, 进行宏观管理的依据。根据现在的技术水平和要求, 认为汽车的无故障工作概率下降到 0.5 时, 即达到极限技术状态, 相应的运行里程  $T$  为汽车进入极限技术状态的运行里程, 如图 1-4 所示, 损坏率曲线即不可靠度曲线。

#### 2. 用技术经济分析方法确定汽车的极限技术状态

汽车运输业, 常采用车辆完好系数  $K$  来刻划车辆的技术状况完好情况。这里的车辆的完好系数是指完好车日在总车日中所占的百分比, 技术完好系数  $K$  相当于使用有效度。用下式表示:

$$K = \frac{t}{t + t_1} \quad (1-3)$$

式中  $t$ ——汽车处于良好状态可以工作的时间;

$t_1$ ——汽车停止运行、进行维修的时间。

如果汽车每一工作日的纯利润为  $e$ ，而每一个停修日的纯亏损为  $r$ ，则  $et - rt_1 > 0$  时，汽车继续使用经济上是合理的。在  $et - rt_1 = 0$  时，经济上得失相等，是汽车使用的极限。由此可得出汽车使用的极限  $t_{\text{极}}$  值。

$$t_{\text{极}} = rt_1/e \quad (1-4)$$

式(1-4)中的  $e$  与  $r$  值不仅与汽车的技术状态有关，而且还与企业的组织管理水平有关。

### 3. 以汽车或总成的主要质量指标的劣化程度来判别其极限技术状态

汽车或总成在使用过程中其输出参数(如制动距离、燃料消耗率等)要发生变化。输出参数  $x$  随汽车工作时间  $t$  的变化一般有三种情况，如图 1-5 所示。

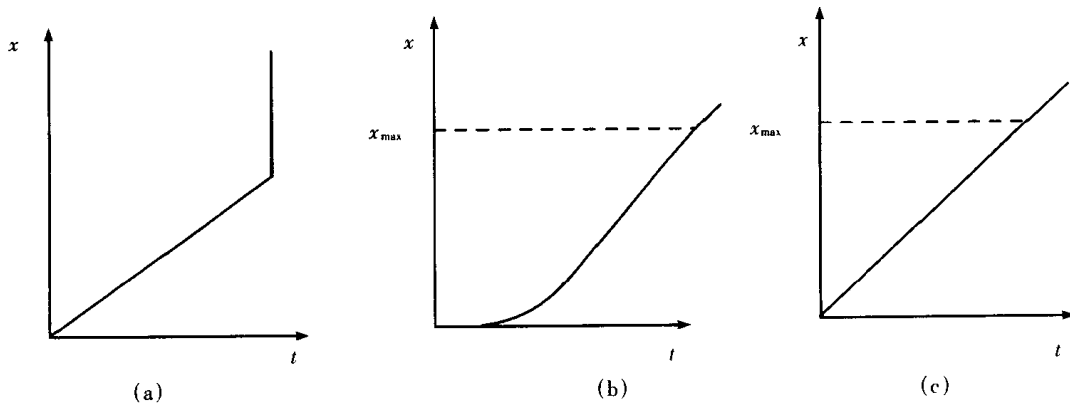


图 1-5 输出参数与工作时间的关系

图 1-5(a)所示，某些总成在开始工作的一段时期，输出参数  $x$  变化小，但到某一段时间时，其输出参数  $x$  突然急剧变化超出参数  $x$  的临界值(极限值)，而使整机或总成不能完成规定的功能。如液罐汽车中的贮液罐由于腐蚀而渗漏，使其密封性能变坏，贮罐承受和保持罐内液体正常压力的能力丧失。因此检测出输出参数的突变时间范围是决定液罐汽车等车辆的极限技术状态的关键。图 1-5(b)表示输出参数  $x$  随时间  $t$  的变化为非线性的，随着工作时间的延长，输出参数有一个增加较快区，如磨损使变速箱齿轮和轴承的配合间隙逐渐增大，当达到一定值时，动载荷、噪声、振动、温度等参数大幅度增加，工作性能恶化。制动器磨擦片与制动鼓磨损后间隙增大到一定值时，使制动器的输出参数——制动力矩减小，当不能满足安全要求时，制动器达到了极限技术状态。因此输出参数开始异变的值  $x_{\text{max}}$ ，决定了汽车或总成的极限技术状态。图 1-5(c)中输出参数  $x$  与时间  $t$  的关系为线性。

输出参数可以是工作精度、运动参数、动力参数和经济指标等。对于各类汽车和总成其极限值指标和类型是不一样的。

如对于像发动机这样的复杂的机械系统，它的技术状况和工作能力完全取决于组成它的零件及其配合副磨损的状况。发动机进入极限技术状态应该由对发动机性能影响最大，更换又很困难的零件、配合副、总成来决定。

发动机的输出参数很多，如功率、耗油率、机油消耗量、曲轴箱窜气量、气缸压缩压力、振动、异响、排气烟色等，这些参数的变化可以说都与气缸活塞组、曲轴轴承组的磨损有关。因此在决定发动机是否进入极限状态，可以认为气缸活塞组和曲轴轴承组，它们到了极限技术状态，发动机也就到了极限技术状态。能说明气缸活塞组和曲轴轴承组的磨损到了极限技术状

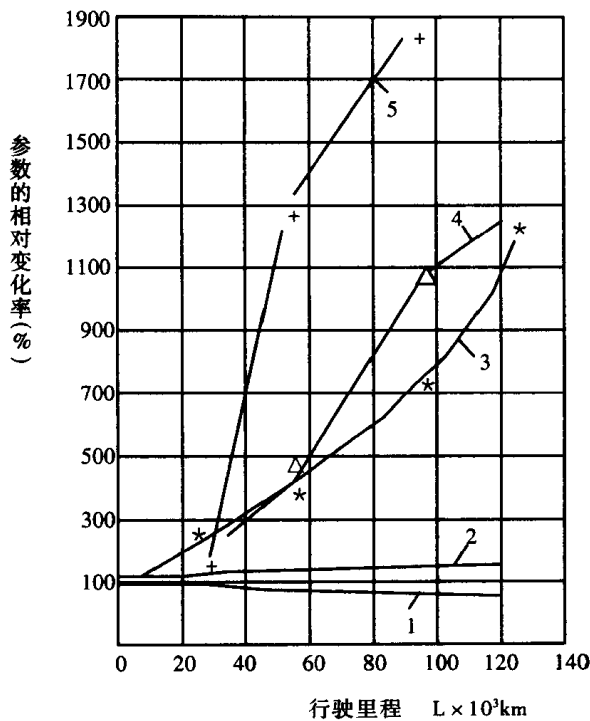


图 1-6 发动机技术状态评定参数与运行里程的关系

1-气缸压缩压力;2-进气管真空度;3-曲轴箱窜气量;  
4-机油消耗量;5-机油含铁量

态的参数,有机油中的含铁量,机油消耗量,曲轴箱窜气量,主油道压力的变化最能反映它们的磨损情况。如图 1-6。

因此检测这些参数,就可以判断两组零件的磨损情况。但只有更换气缸(或镗缸)和磨修曲轴(或更换曲轴)时,才表明发动机进入了极限技术状态。

### 二、零件和配合副极限状态的确定

零件或配合副的极限状态即是丧失规定的功能而处于失效的状态。因此确定零件和配合副的极限状态是非常重要的。由于零件和配合副的功用、结构、材料、制造工艺、工作条件和使用环境等多不相同,其失效原因和失效模式也是多种多样的。有些零件失效,其极限技术状态比较明显:如制动摩擦片的磨损几乎露出铆钉头,判别其极限技术状况比较简单。但对许多配合副磨损到什么程度,进入极限状态就不那么简单了,要进行专门的研究。

在汽车修理过程中,经常碰到这样的问题,已经磨损的零件是继续使用,还是更换,这主要决定于允许磨损值和极限磨损值。允许磨损值是指零件虽有磨损,但在本次修理时不需更换(或修理),仍可以继续使用一个修理间隔期限。极限磨损则是指在修理时,零件的磨损已经或将要达到规定的最大磨损量,在本次修理时必须更换(或修理)。

对修理来说,确定零件或配合副的磨损极限值是非常重要的。磨损极限值定得过小,零件的潜在能力不能得到充分的发挥;太大时,在修理的间隔期内,事故性临时修理的机会会增加更多。

究竟如何来确定零件或配合副的极限磨损值是一个复杂的问题,必须要做大量的试验和积累丰富的资料以及实践的经验。现在就其极限磨损值的确定所考虑和遵循的原则作一简单的介绍:

在确定零件和配合副极限磨损值应当从汽车或总成的极限技术状态的总原则出发,考虑如下问题:

(1) 极限磨损值应考虑机件或总成工作的可靠性。如离合器摩擦片磨损后,若铆钉头沉入量小于 0.35~0.5mm 时,可能使离合器工作时打滑或擦伤压盘表面造成离合器不能可靠地工作。这就是说,零件和配合副的磨损不能破坏总成的正常工作。

(2) 极限磨损值不能使汽车或总成的输出参数出现急剧恶化或超过了允许范围。如使发动机连杆轴承磨损量增大到某一值,其间的间隙超过 0.25mm 时,振动突然增大,导致轴瓦合金剥落。出现这种情况即是到达了极限磨损值。

(3) 配合副的极限磨损值应对保证主要摩擦副、贵重零件磨损减小为原则,充分发挥其工



作能力。有些零件的磨损并没有达到本身的磨损极限值,但考虑到与其配合的零件或其他机构的工作影响,以及可能使修理费用增加,而将极限磨损值减小。如发动机活塞的第一道活塞环工作面是经过镀铬处理的。工作中镀铬层磨去后,该环与环槽、缸筒的配合间隙并未到达丧失工作能力的极限值。但若继续使用,不仅该环迅速磨损,而且使与其配合的气缸磨损速度也增大,所以第一道活塞环的极限磨损值的确定,不能只考虑该环的工作能力,而主要是考虑减少气缸的磨损。因为更换活塞环比更换气缸容易,同时其费用也低得多。又如在汽车行驶到一定里程时,预防性的更换曲轴轴瓦可使曲轴轴颈磨损减小。因此这种极限磨损值的确定也是经济极限值。

(4) 要从安全的要求来决定极限磨损值。有些配合副对汽车或总成的安全工作影响很大,故障后果严重。如汽车的制动机构、起重运输汽车的钢丝绳等。则应从安全的要求来决定极限磨损值。

#### 四、汽车及其零部件极限技术状态的确定方法

在进行极限技术状态时,首先应明确是整机、总成,还是零件。其对象的复杂程度不同,研究的方法、评价和测量的指标参数也不同。在通常的情况下,确定汽车、总成、配合副或零件的极限技术状态的方法有四种:即经验总结法、生产试验法、实验室研究法和计算法。

##### 1. 经验总结法

经验总结法的数据大都来自使用着的汽车及其零部件。即对汽车或零部件在使用、维修、损坏的信息加以汇集和正确处理,便可得到汽车或零部件的典型故障、故障率及其随时间的变化,零部件的使用期限,维修工作内容,维修劳动量和维修费用等重要参数,从中找出汽车或零部件的损坏规律,技术状态的变化规律和零件的使用期限。

应用这种方法时必须制定合适的表格,真实地填写数据,并采用正确的数据处理方法。应用这种方法的缺点是由于各种汽车的使用条件不同,使用维修水平各异,所以所得数据可能有很大差异,只有通过认真调查研究,占据丰富的资料,正确处理数据和正确分析,才能得到可靠的结论。

##### 2. 生产试验法

该法即是在一批汽车或零部件中随机抽出一定数量的汽车或零部件,在正常情况下或试验场地条件下进行试验,来确定其极限技术状态。

该法在试验之前,应根据目的要求编制试验大纲,明确试验内容、测定参数的方法、数据处理方法和评价标准以及试验实施中的组织管理方法等。

过去常采用定期拆卸、观察和测量汽车或零部件的实际损伤程度,来获取汽车或零部件距离极限技术状态的程度,工作能力下降的原因,故障发生的部位和模式等。近年来,随着汽车检测诊断仪器和技术的发展,已有可能在不拆卸或少拆卸的情况下,决定汽车或零部件的技术状态。

应用这种方法的优点是精细、科学。缺点是试验时间长,费用高,并需相应的检测诊断设备。

##### 3. 实验室研究法

实验室研究法是在实验室条件下,研究汽车、总成或配合副零件的极限技术状态,或研究其材料的耐磨性能和抗腐蚀性能。