

交通系统中等专业学校试用教材

汽车修理

(汽车运用与修理专业用)

湖南省交通学校等 编

人民交通出版社

交通系统中等专业学校试用教材

汽车修理

(汽车运用与修理专业用)

湖南省交通学校等 编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书分为四篇（三十一章）阐述了我国目前汽车修理的基本过程，并对一些重要问题作了技术理论分析。其主要内容包括：总论、汽车零件修复、汽车发动机的修理和汽车底盘的修理。

本书作为交通系统中等专业学校试用教材，亦可供从事汽车修理的工人、技术人员工作或业余学习的参考。

交通系统中等专业学校试用教材

汽 车 修 理

（汽车运用与修理专业用）

湖南省交通学校等 编

人民交通出版社出版

（北京市安定门外和平里）

北京市书刊出版业营业许可证出字第006号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

江苏省如东县印刷厂印

开本：787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张：28.25 字数：701千

1979年7月 第1版

1981年6月 第1版 第2次印刷

印数：210,301—254,700册 定价：2.25元

前 言

本书是根据交通系统 1978 年元月中等专业学校汽车、公路专业教材座谈会拟定的汽车修理编写大纲编写的。

在编写过程中，遵循理论联系实际的原则。在内容安排上，以汽车基础件和主要零件检修为主，并进行必要的技术分析和工艺分析，总结了国内一些比较先进的汽车修理经验，力求适应目前交通运输现代化发展的需要。

书中的计量单位，采用了国际单位制。但为了照顾目前情况，将原计量单位制与国际单位制并用，其换算系数，在初次引用时加以注明。

全书技术数据，是根据《汽车修理技术标准》(JT 3101-78 部标准)及《汽车运用修理资料手册》编注的。在个别情况下(如暂缺规定数据)，采用了适当的经验数据。

该书由湖南省交通学校主编，分为四篇三十一章，其中一至六章和十四至十九章(柴油机燃料系部分)由湖南省交通学校编写；七至十三章由西安公路学院中专部编写；十九章(汽油机燃料系部分)至二十二章由河北省交通学校编写；二十三至二十五章和二十七章由吉林省交通学校编写；二十六、二十八、二十九、三十一章由呼和浩特交通学校编写；第三十章由北京市交通学校编写。

在编写过程中，曾得到北京、天津、广西、云南、四川、湖南等省、市、自治区交通局及汽车修理厂、保养场和交通部科学研究院、交通部科学研究院重庆分院等单位提供宝贵意见和资料，对他们的大力支持和协助表示感谢。

由于我们的政治、业务水平有限，加之时间仓促，书中难免存在着缺点和错误，希望使用本教材的师生及读者提出宝贵意见，以便再版时修改。

11/19 76/05

目 录

第一篇 总 论

第一章 汽车技术性能变坏与零件损伤	1
第一节 汽车技术性能变坏的原因	1
第二节 汽车零件的磨损	8
第三节 汽车零件的变形和破损	8
第二章 汽车修理制度及组织	9
第一节 汽车修理类别及计划预防修理制度	9
第二节 汽车修理工艺组织	11
第三章 汽车修理车间工艺布置形式和起重运输拆装设备	15
第一节 修理车间工艺布置形式	15
第二节 修理作业中的起重运输和拆装设备	16
第四章 汽车的验收、清洗和解体	29
第一节 汽车的验收与清洗	29
第二节 汽车的解体	30
第三节 汽车零件的清洗	32
第五章 汽车零件的检验与分类	43
第一节 零件检验分类的技术条件	43
第二节 检验零件的量具	46
第三节 零件磨损的检验	49
第四节 零件变形的检验	51
第五节 壳体件位置公差检验	52
第六节 零件隐伤的检验	55
第七节 零件平衡的检验	58
第六章 汽车修理工艺文件的编制	63
第一节 概述	63
第二节 汽车修理的工艺规程	63
第三节 编写汽车修理工艺卡片	64

第二篇 汽车零件修复

第七章 汽车零件的机械加工修复	68
第一节 零件修复中机械加工的特点	68

第二节	修理尺寸法	71
第三节	零件的镶套修复	73
第四节	零件的局部更换、转向和翻转修理法	76
第八章	零件的校正及表面强化	77
第一节	零件的校正	78
第二节	零件的表面强化	81
第九章	汽车零件的焊修	85
第一节	铸铁零件的焊修	86
第二节	合金钢零件的焊修	96
第三节	铝合金零件的焊修	98
第四节	振动堆焊	101
第五节	蒸汽和二氧化碳保护焊	108
第六节	熔剂层下自动堆焊	112
第十章	汽车零件的金属喷涂修复	114
第一节	金属喷涂层的形成	114
第二节	金属喷涂层的性质	115
第三节	金属喷涂的设备	116
第四节	金属喷涂的修复工艺	117
第五节	等离子电弧喷涂	120
第六节	金属喷涂修复法的优缺点及安全技术	121
第十一章	汽车零件的电镀修复	121
第一节	电镀的一般知识	122
第二节	镀铬	123
第三节	镀铁	135
第四节	镀铜	138
第十二章	汽车零件的胶粘修复	140
第一节	环氧树脂胶粘结	140
第二节	酚醛树脂胶粘结	145
第三节	环氧树脂二硫化钼成膜	145
第四节	氧化铜粘结	148
第十三章	零件修复方法的选择及应用	150
第一节	零件修理方法的合理选择	150
第二节	零件修复的工艺路线	152
第三节	零件修复方法的应用	153

第三篇 汽车发动机的修理

概 述	171
第十四章 气缸体、飞轮壳与气缸盖的修理	172

第一节	气缸体、飞轮壳与气缸盖的使用要求·····	172
第二节	气缸体、气缸盖常见损伤·····	173
第三节	气缸体的修理·····	176
第四节	飞轮壳(离合器壳)的修理·····	191
第五节	气缸盖的修理·····	192
第十五章	活塞—连杆组件的修理·····	194
第一节	活塞的选配·····	194
第二节	活塞销的选配·····	199
第三节	活塞环的选配·····	203
第四节	连杆组件的检修·····	206
第十六章	曲轴的修理·····	211
第一节	曲轴的材料及加工精度要求·····	211
第二节	曲轴在使用过程中常见损伤与检查方法·····	212
第三节	曲轴的磨削·····	218
第四节	曲轴磨削、抛光设备·····	224
第五节	飞轮的修理·····	227
第十七章	曲轴轴承的修理·····	228
第一节	轴承座孔的加工精度及其与轴承配合的要求·····	228
第二节	轴承材料·····	229
第三节	旧轴承的合金浇铸·····	230
第四节	新轴承的选择及其与轴颈的配合方法·····	232
第五节	轴颈与轴承配合间隙的选配·····	237
第十八章	配气机构的修理·····	238
第一节	概述·····	238
第二节	配气机构技术性能的变坏及其对发动机正常工作的影响·····	239
第三节	气门驱动机构的修理·····	244
第四节	气门、气门导管及气门座圈的修理·····	251
第十九章	发动机燃料系的检验与修理·····	258
第一节	汽油发动机燃料系的检验与修理·····	258
第二节	柴油发动机燃料系的修理·····	268
第二十章	发动机冷却系的修理·····	288
第一节	冷却系技术状况的变坏及其产生原因·····	288
第二节	冷却系主要装置的修理·····	290
第二十一章	发动机润滑系的修理·····	294
第一节	润滑系技术状况的变坏·····	294
第二节	润滑系的修理·····	296
第二十二章	发动机的总装、磨合及热试·····	302
第一节	发动机的组装、工艺、原则及装前准备工作·····	302
第二节	发动机的装配·····	303
第三节	发动机的磨合与试验·····	310

第四篇 汽车底盘的修理

第二十三章 离合器的修理	319
第一节 对离合器的基本要求及技术状况变坏的因素分析	319
第二节 离合器的检验与修理	320
第三节 离合器的装配与调整	325
第二十四章 变速器的修理	330
第一节 影响变速器修理质量的基本因素	330
第二节 变速器的检验与修理	335
第三节 变速器的装配	341
第四节 变速器的磨合与试验	345
第二十五章 万向传动轴的修理	346
第一节 不等速万向传动轴正常工作的基本条件	346
第二节 万向传动轴零件的检修	349
第二十六章 后桥的修理	351
第一节 后桥主要零件的损伤及其检修	351
第二节 后桥的装配与调整	360
第三节 后桥的走合与试验	367
第二十七章 前桥转向系的修理	368
第一节 前桥的检修	368
第二节 转向系的检修	376
第三节 转向系的调整	380
第二十八章 制动系的修理	386
第一节 车轮制动器的修理	387
第二节 气压制动系的检修	392
第三节 液压制动系的修理	399
第四节 真空增压制动的修理	401
第五节 手制动器的检验与修理	408
第六节 制动性能的检验	409
第二十九章 车架和悬挂的修理	411
第一节 车架的修理	411
第二节 钢板弹簧的修理	417
第三节 减振器的修理	420
第三十章 自卸汽车举倾机构的修理	422
第一节 举倾机构的检修	423
第二节 举倾机构的装配、试验与调整	428
第三节 举升机构常见故障的原因分析	437
第三十一章 汽车的总装与试车	439
第一节 汽车的总装	439
第二节 汽车修竣后的检验	441

第一篇 总 论

第一章 汽车技术性能变坏与零件损伤

第一节 汽车技术性能变坏的原因

汽车在使用过程中，随着行驶里程的增长其技术性能逐步变坏，最后丧失运行能力，必须通过修理手段恢复原有的技术性能。

一、评价汽车技术性能的主要标志

1. 动力性

动力性主要是指发动机的有效功率和有效扭矩发挥汽车运行能力的表现。汽车的最高行驶速度下降，加速时间和加速行程增加，牵引性降低，是表明汽车运行能力已经变坏。

汽车运行能力变坏，除发动机动力性衰退外，还要联系汽车底盘有关机构的技术状况是否有所变化，比如：离合器打滑、车轮制动器发咬、动配合副有阻滞等。出现上述情况，也能降低汽车运行能力。因此动力性变坏，可以认为是与汽车的整个技术状况有关。

2. 经济性

经济性一般是指发动机所消耗的燃料和机油比正常用量增长愈多，则发动机的经济性愈低。从整个汽车来看，如果轮胎磨损快，小修费用增多，汽车运行成本提高，这也表明汽车的经济性降低。

3. 可靠性

汽车在运行中的故障(如：漏油、漏水、发热、异响等)增多，停驶修理的次数增加，甚至由于机件损伤严重，会造成行车事故，使汽车的出车率和运输效率降低，行车安全无保证。这些情况都说明汽车行驶的可靠性下降。

汽车的修理是，采用各种修理工艺以恢复汽车原来的动力性、经济性和可靠性。

二、影响汽车技术性能变坏的主要因素

(一)零件的结构型式

由于汽车的结构不断地改进，大大改善了使用的技术性能和寿命。但有的车型某些结构设计不合理，加速机件局部磨损、变形和损坏。如：跃进 NJ130 型汽车的连杆大头与杆身轴心线不对称，引起曲轴的连杆轴颈上的应力分布不均匀，以致磨损也不均匀；解放 CA10B 型汽车发动机的气缸体，由于第二、五缸与相邻两气缸轴心线距系数过小，冷却效果不良，热应力较大，因而在气门室的二、五缸外壁产生裂纹；不等速万向节十字轴轴颈经常出现单边磨损等。

(二)零件表面性质

根据零件所承受的不同工作负荷，要求选用相适应的材料性质及一定的工艺处理(如热

处理、喷丸,镀铬等),以保证零件本身应有的强度、刚度外,应使零件工作表面具有抗蚀,耐磨、耐热、耐疲劳等物理机械性能。汽车零件不是都能满足以上各种性能,而是根据零件工作要求,选择某些性能为主。例如:曲轴应考虑刚度、耐磨、耐疲劳,除选择材料、结构外,还应在轴颈表面上采用高频淬火、滚压及喷丸等表面强化处理。曲轴轴颈的轴瓦,应考虑耐磨、耐疲劳、有利磨合。为此,在轴瓦的工作面制成薄壁抗耐磨合金。在制造或修理过程中,对零件表面性质认识不够,处理不当,甚至遭到破坏,必然加速零件的损伤。

(三)零件的加工和装配质量

1.加工质量

从零件修理加工而言,以热加工(如焊修、热校)和机械加工(如车削、磨削、铣削)应用最多。这两类加工工艺如不符合零件技术要求,就会破坏其表面的物理机械性能(如破坏热处理结构)、外形几何关系位置(如弯扭、翘曲)及表面形位公差(如不柱度、椭圆度)。

机械加工一般是加工中最后的重要工序,是保证零件表面质量和装配质量的关键,应充分注意机械加工的精度。加工精度主要是指:

1)表面光洁度——这是指零件同一表面的微观高低不平程度。汽车上主要零件的表面光洁度为 $\nabla 7 \sim \nabla 12$,零件修复后应具有与新零件相同的表面光洁度。不然就严重地加剧配合副磨合期的磨损,从而降低了零件的使用期限。因为零件的表面越粗糙,在磨合期剥落下来的金属屑越多,形成严重的磨料磨损,使配合副的间隙扩大加快,并使配合副产生冲击负荷,破坏润滑油膜或油楔。

零件的表面光洁度不高,会在加工刀痕之处引起应力集中,降低零件的疲劳强度。试验证明45号钢粗磨光洁度 $\nabla 6$ 比抛光电度 $\nabla 10$ 的疲劳强度降低了15%。

2)表面形位公差——这是指零件表面的几何形状(平面、圆柱面、圆锥面等)及其面与面、轴线与母线或轴线与轴心线的形状与位置产生偏差。比如,圆柱形的支承孔与具有不柱度或椭圆度逾限的轴销进行配合时,一定会破坏静配合的过盈,或动配合的间隙。因而引起配合副的过载或将油膜挤破。又如,曲轴突缘平面与曲轴轴心线产生不垂直度,使飞轮的端面跳动超过规定的允许值。以致引起离合器不能正确分离和接合。

3)尺寸公差——这是零件公称尺寸的允许偏差值,此值是根据零件工作条件确定的。如果超过此偏差范围,就会改变配合副应有的配合状态,并使配合副工作恶化。例如,全浮式的活塞销与活塞销孔为过渡配合。如果销与孔的尺寸公差不合适,可能使过渡配合变为紧配合,致使活塞销孔处因热胀变形而卡缸。

2.装配质量

零件进行组装时,应保证配合副应有的公盈、间隙、预紧度和正确的安装位置,比如,气门间隙过大会发响,过小会漏气。车轮轮毂轴承的调整螺母过松则车轮产生扭摆磨损轮胎,过紧则轴承与轴颈容易烧损。安装传动轴时,其两端的万向节叉如不在同一平面内,传动轴就会出现响声。

(四)汽车的运行条件

汽车在运行过程中,由于装载过重或分布不均匀,行车速度过高,气候恶劣,道路不良,燃料和润滑料质量不好,驾驶操作不当,都会加剧汽车的有关机件损伤。关于汽车运行条件的详细分析在《汽车技术使用》课程内详述。

汽车技术性能变坏,是由于以上所述的四种主要原因而形成,其在有关零件上的具体反映形象,是零件出现磨损、变形和破损三类损伤,在后面分节叙述。

第二节 汽车零件的磨损

组合件的动配合副(或称为摩擦副),其工作表面,由于相互接触面之间的摩擦作用,零件工作表面逐渐磨损,其尺寸及几何形状逐渐起变化,变化量增长到配合副的工作出现异常现象,这就是零件已经磨损的具体表现。比如,气缸与活塞产生磨损后,它们的工作表面都会出现尺寸和几何形状变化,即缸孔与活塞之间的间隙增大,并沿径向有椭圆度,沿轴向有不柱度(锥度),因而使缸壁与活塞产生敲击响声。

一、磨损的过程

动配合副工作表面有摩擦必然有磨损,自然磨损是不可避免的。磨损过程的情况很复杂,除了它本身具有物理、机械、化学等综合作用外,还有外界的影响,如:汽车运行的道路情况,载荷大小,速度高低,温度变化及润滑条件等,对磨损程度都有很敏感的影响。

要从磨损现象中得到具体的理论分析,因受试验条件的限制,到目前还未获得验证的结论。一般认为磨损情况可分为以下三个过程:

1. 摩擦表面相互作用

加工后的零件表面不可能绝对平整光滑,两零件的工作面互相接触时,微观凸凹不平的地方(图 1-1),必然产生相互啮合(嵌入)的现象。在接触紧密的地方,其接触压强非常大(如滑动轴承的工作表面的计算压强,一般为 30 公斤/厘米²(294×10^4 帕^①),实际接触点的压强可达到 3000 公斤/厘米²(294×10^5 帕)以上),接触距离非常小(几乎等于晶格原子之间的距离),因而产生分子与分子相互吸引的作用。



图 1-1 摩擦面的微观凸凹

由于接触面之间的啮合和吸引的两种物理现象,使摩擦表面在相对运动时产生一定的阻力,即所谓摩擦力。

2. 摩擦表面产生变化

摩擦副工作表面作相对运动时,其相互接触之处,由于压强大、工作温度高(特别在转速高和润滑不良情况下),产生一定程度的弹性与塑性变形;金属的相变与软化等,因而在变化区层形成脆性氧化物。

3. 摩擦表面出现破坏

摩擦副表面在变化过程中,如承受交变载荷或循环载荷,处于变化区层的金属由于内应力或疲劳的影响,导致破坏。在局部高温点($450 \sim 1000^\circ\text{C}$, 即 $723 \sim 1273^\circ\text{K}$),产生熔接粘附以致撕破。

上述磨损的三个过程,只是一种假说,没有验证的实据,但对磨损的研究和认识很有意义,在实际现象上也是如此。要得到进一步认识,还要通过实践、认识、再实践的过程。

二、磨损的种类

磨损的三个过程,可以说明摩擦表面磨损的基本情况,从磨损的实际现象来看,又可以划分为如下四类形式:

1. 粘附与熔着磨损

① 1 公斤/厘米²的压强换算为国际单位“帕斯卡”(Pa)的换算系数是 98×10^3 , 即 $1 \text{ 公斤/厘米}^2 = 98 \times 10^3 \text{ 帕}$ 。

相互摩擦表面的金属，从强度较弱的表面转移粘附或熔接在强度较大的表面上，如图 1-2 所示为金属微观接触点进行粘附或熔着磨损过程的示意。

粘附磨损和熔着磨损的变化过程与实质基本相同，所不同者：

1) 粘附磨损，主要由于摩擦表面的固态塑性变形所引起的。当摩擦表面的相对运动速度较小，而实际接触部位的压强超过金属屈服点时，使接触部位产生塑性变形，其接触距离很小(可达几个埃)，分子之间的吸引作用，将强度较小的金属表面挖走，或被塑性变形所强化的金属表面擦伤。

2) 熔着磨损，主要由于摩擦表面的熔态金属熔接所引起的。当摩擦表面的相对运动速度和较高接触压强很大(特别在润滑不良的条件下)时，摩擦表面由于塑性流动，温度急剧增长(可达 1500°C 即 1773°K)，因而引起表层金属产生回火，软化直至熔化，致使耐热性弱的表层熔接在耐热性强的表面，并将熔接的金属撕裂。因此金属的耐热性对零件耐磨损具有重要作用。

粘附与熔着磨损常常出现在曲轴轴颈，凸轮轴凸轮，气缸和齿轮等的摩擦表面，特别在发动机处于高速、高温和润滑不良条件下，最容易出现这类磨损，如呈现“咬死”，“抱瓦”等现象。

2. 化学蚀损

摩擦表面之间的氧和酸类物质，在摩擦过程中对金属起着一定的化学变化，形成一种腐蚀膜层，受切向力(如滑动摩擦)或正压力(如滚动摩擦)的作用，呈颗粒状而脱落成硬质微粒(如同磨料)。这种蚀损可分为以下三种情况：

1) 氧化磨损

由于摩擦表面产生塑性变形，在变形层的滑移面处，形成氧的固溶体薄膜，受摩擦力作用而剥落成微粒。当氧继续向变形层深处扩散，便生成脆硬的金属氧化物(FeO 、 Fe_3O_4 、 Fe_2O_3)，这些脆弱的氧化物是周期性生成和压溃。因此氧化的磨损量大，凡零件摩擦表面塑性变形容易，抗氧化能力差，根据其工作条件(如负荷、温度、润滑等)，都最容易产生不同程度的氧化磨损。

2) 腐蚀磨损

由于燃油、混合气、废气中所含酸类物质(如氮、氢、氧、硫等)与蒸汽或冷凝水的作用形成有机酸和无机酸，使摩擦表面产生腐蚀的脆弱膜层，此膜层易受外力作用而剥落成微粒。

以上两种蚀损现象，常常明显地产生在气门头和气缸壁接近上止点处。

3) 穴蚀

穴蚀一般出现在湿式气缸套外壁上，这由于缸套承受活塞横向摆动所产生的高频振动，使缸套外壁表面的微细贮水洞穴发生交替的伸缩现象及溶解于水中的空气，在变化的水温与压力情况下导致气泡的形成和爆破，产生强大的压力波，猛烈冲击缸套外壁和缸套座孔内壁上，使表面金属发生小块剥落，同时加上冷却水的腐蚀作用，便逐步形成孔洞而遭破坏。缸套的穴蚀孔洞如图 1-3 所示。

以上三种化学蚀损，都不是单纯的腐蚀，必须与机械作用相结合，前两种是由摩擦力来剥落腐蚀层，后一种是由冲击波击溃腐蚀层。腐蚀与剥落是逐步深入的。

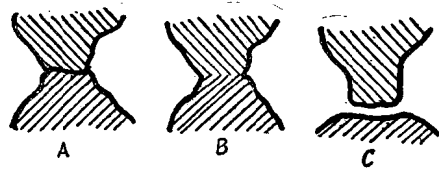


图1-2 粘附与熔着磨损过程示意
A-微观凸起相接；B-微观凸起粘附或熔接；
C-微观凸起撕裂

3. 磨料磨损

摩擦表面之间所生成和进入的磨料,起着研磨切削作用,使摩擦表面受到机械性的磨损,其磨料来源于以下两方面:

1) 剥落的机械杂质

由于前面所述各种磨损所剥落下来的氧化物和强化物,它们都是硬质微粒,具有强烈的研磨作用,甚至嵌入到较软的金属表层(图 1-4)。比如曲轴的轴瓦合金层,由于嵌积磨料过多,因而失去原有光彩,应进行更换。

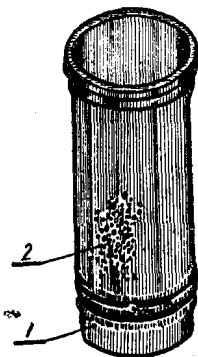


图1-3 缸套的穴蚀
1-缸套; 2-穴蚀孔洞

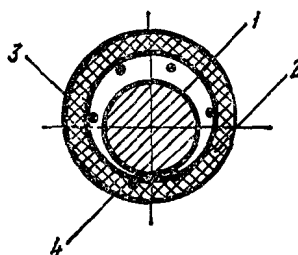


图1-4 磨料嵌入轴瓦合金层示意
1-轴颈; 2-轴瓦; 3-磨料; 4-嵌入磨料

2) 外来的磨料; 如尘砂、炭渣、滑油内的杂质和机械加工表面所残留的切屑与磨屑等。汽车零件受磨料磨损的很多, 最常见的, 如气缸, 活塞环, 活塞及轴类零件的轴颈与轴承。

4. 麻点磨损

麻点磨损一般产生在零件的滚动摩擦表面, 如滚动轴承的滚道与滚子, 齿轮的齿面等, 其接触部位的实际承压面很小, 压强很大, 当接触压力超过表面金属的屈服点时, 则在接触的表层金属产生显微塑性变形, 从而形成表面强化(冷作硬化), 应力集中, 在循环负荷下, 产生疲劳的微观裂纹, 渗入裂纹中的滑油, 起着油楔作用, 使裂纹不断扩展成网状, 被强大的接触压力压溃成鳞片脱落, 其磨损面呈麻点状。

在麻点磨损过程中, 同时具有氧化磨损的条件(如显微塑性变形), 即麻点磨损与氧化磨损往往在同一表面同时存在。

从上述四种磨损形式来看, 都足以说明零件摩擦表面的磨损是符合磨损过程理论的, 其中最基本论点是摩擦表面的金属塑性变形, 从而产生金属强化、氧化、应力集中和疲劳, 甚至发高热, 导致金属表层被破坏, 剥落和转移。同时剥落的机械杂质, 又形成磨料磨损, 属于酸类蚀损的零件, 为数不多, 如气缸及气门等。

三、影响磨损的外在因素

以上所述零件磨损情况, 其最基本的因素是零件本身存在不同程度的物理, 机械和化学综合作用的结果。尽管零件材料和工艺性质不同, 这些基本作用仍然存在, 不过其作用程度有所不同。这种基本作用, 可认为是零件磨损的内因。

零件磨损的快慢, 主要取决于外因, 但必须通过内因而起作用。因此要减轻磨损, 应充

分重视以下外因因素:

(一)摩擦副之间的介质

减摩介质,一般是应用各种润滑油,使滑油在摩擦面之间形成一层油膜或油楔,以减少两接触面之间的固体与固体直接接触,而用油层的液体摩擦代替固体摩擦,因而大大降低摩擦阻力和磨损。

1.油膜与油楔

润滑油能以油膜形式吸附在任何形状的摩擦表面上,并能渗透到摩擦表面的显微孔隙中贮存。因此油膜能承受很大的工作压力(约 10^5 大气压力而不破坏),这种支承能力,称作油膜强度。

圆柱形的摩擦表面所吸附的油层在运动中呈楔形,所以称之为“油楔”。比如滑动轴承与轴颈(图 1-5),由于其内外直径之差,在摩擦表面之间形成楔形间隙,当轴颈(或轴承)转动时,因滑油吸附作用,油层在轴颈面上,其圆周速度与轴颈相等,而在轴承面上的几乎等于零。滑油沿着断面逐渐缩小的楔形间隙流动,其通过的断面越来越小,而滑油的压缩性很小,一部分滑油沿轴颈轴向挤出,另一部分由于吸附和表面阻力的作用,仍保留成油楔形。

油楔的流体动压力,随着轴承间隙缩小,轴颈转速升高而增大。当油楔动压力达到一定值时,能将轴颈浮起来,使轴颈与轴承表面分离,并形成一定厚度(h)的油膜,这种情况称为理想的液体摩擦。

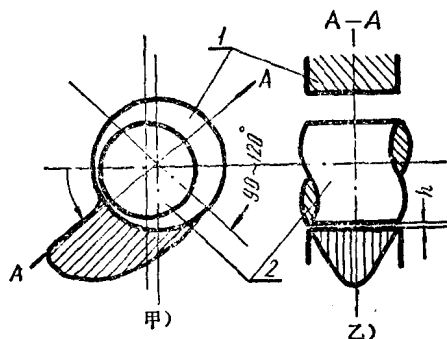


图1-5 油楔压力分布
甲)沿径向压力;乙)沿轴向压力
1-轴承,2-轴颈

2.油膜厚度与间隙关系

根据流体力学的润滑理论计算分析,认为轴承间隙越大,油膜厚度越薄,轴颈与轴承磨损增大;相反,轴承间隙小,油膜厚度大,有利于润滑,但间隙过小,滑油流量及冷却作用下降,滑油的温度升高,粘度降低,因而油膜的厚度反而薄弱。试验证明,合理的轴承间隙为理想油膜厚度的四倍,这由设计制造厂考虑,在修理中应保证其应有的间隙要求。

此外,轴承与轴颈表面微观凸起之和及滑油中的机械杂质的尺寸都应小于规定的轴承间隙。因此对轴颈和轴承加工的几何形状及光洁度应符合技术条件的要求,并做好机件清洗和机油滤清工作。

3.摩擦种类

油膜的厚薄与强弱,除滑油本身质量条件,见《汽车技术使用》外,随摩擦面之间的工作温度、压力、间隙和转速而变化。因此摩擦副之间的油膜变化状态,是决定摩擦表面相接触的不同程度,完全不接触时,称为液体摩擦(湿摩擦),完全接触时,称为干摩擦,在摩擦面之间只有一层很薄(0.1微米以下)的油膜称为边界摩擦,在液体摩擦与边界摩擦之间的摩擦称为半液体摩擦;在干摩擦与边界摩擦之间的摩擦称为半干摩擦。

润滑油的主要作用是减摩、散热和清洗磨料,是摩擦副中不可缺少的介质。但认识事物总是要一分为二,当摩擦表面具有显微裂纹时,润滑油的极性分子的活性作用下,力图向裂纹内渗透扩散产生很大楔形压力,使裂纹扩展,加剧零件的破损。因此零件表面的细微裂纹,容易导致断裂,除了由于裂纹加剧应力集中的因素外,滑油也助长了破坏作用。

(二) 摩擦副运动的形式、速度和压力

摩擦表面的相对运动形式有两种,一种是以滚动面相接触为主(如滚动轴承和齿轮齿面),其摩擦阻力小,接触压力大,散热能力强,因此磨损慢,而以麻点磨损为主;另一种是以滑动面相接触(如滑动轴承和活塞与气缸配合副),其情况与前者相反。滑动摩擦面的磨损种类,须由其工作条件决定。

摩擦表面的温度随相对运动速度的增大而提高(图1-6)。当温度到达 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ ($423\sim 473^{\circ}\text{K}$)时,滑油的粘度大大降低,吸附能力大大削弱,油膜便遭破坏,摩擦性质改变,如边界摩擦变为干摩擦。当速度一定,如果接触压力增加,油膜被挤破,磨损也随着增加。

(三) 摩擦副的材料和表面性质

1. 材料塑性变形的影响

摩擦表面各种形式的磨损,主要由于相接触的金属表层产生塑性变形而引起强化、发热、相变、熔化等破坏作用。因此在一定载荷下材料的屈服极限大,表面硬度高,热稳定性好,其耐磨性得到提高。如图1-7所示为碳钢的耐磨性随表面硬度提高而提高,此外还随含碳量提高而提高。

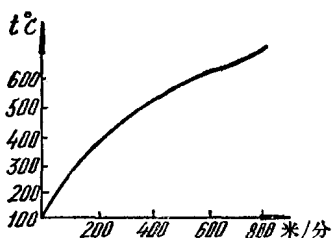


图1-6 钢质摩擦面的温度与滑动速度关系

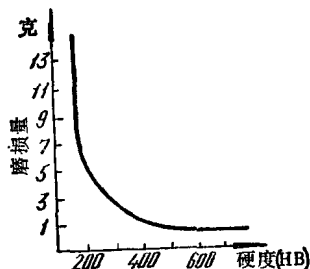


图1-7 碳钢耐磨性与硬度的关系

高转速的摩擦副,为了提高其磨合性与耐磨性,使摩擦表面的宏观与微观几何形状,能迅速相适应,有的两摩擦表面采用不同性质的金属和硬度相配合(如钢质活塞销与铜质衬套相配合,曲轴轴颈与巴氏合金轴瓦相配合)。这种情况是提高摩擦副的磨合性与耐磨性的另一个方面。

2. 摩擦表面光洁度的影响

粗糙的摩擦表面,其凸起点互相啮合和挤压,是增加零件磨损重要因素之一。因此提高摩擦表面光洁度,可以大大降低磨损。但光洁度过高,润滑油对零件表面的适油性(油膜的吸附与贮存作用)降低,油膜不易保存,磨损反而增加。从润滑条件来看,表面光洁度应根据润滑方式采用适当。

比如气缸壁为飞溅润滑,其光洁度一般为 $\nabla 7\sim \nabla 8$,如图1-8所示, e 点为最合理的光洁度,从 e 点偏左移或右移,都会增大磨损。

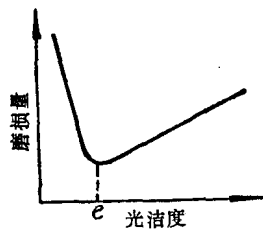


图1-8 磨损量与表面光洁度关系

配合副表面粗糙,不仅要加剧磨损,还会在静配合副中,使不平表面的凸起受挤压剪切后,改变了表面几何形状和尺寸,破坏了过盈,导致在使用中容易松动。此外,粗糙表面,容易引起应力集中和腐蚀,降低零件疲劳强度。

四、磨损特性曲线与配合副表面质量

1. 零件磨损特性曲线

汽车零件所处的工作条件不相同，引起磨损的程度和因素也不完全一样。比如：气缸壁的磨损，在同一工作面上，缸孔上部比下部磨损大；气门口的锥形工作面是以腐蚀磨损为主；曲轴的连杆轴颈是以失圆磨损为主。这说明各个零件的磨损都有其个性的特点。但在正常磨损过程中，任何摩擦副的磨损都具有一定的共性规律，遵循这种磨损变化规律的曲线，称之为磨损特性曲线。

如图 1-9 所示为磨损特性曲线，该曲线划分以下三个阶段；

第一阶段为磨合时期：此时期(图中 $o'a$ 、 $o'a_1$ ，曲线)的特点，零件磨损很快，这由于新加工零件表面较粗糙，不平凸起产生啮合性磨损，所剥落下来金属或氧化物，形成严重的磨料磨损。因此大修后的主要总成(如发动机)，必须按照一定的工艺程序和技术要求进行磨合。大修(或新车)出厂的汽车在行驶走合时期，也要按照技术要求减载、限速和更换润滑油等。此阶段的磨损量决定于修理质量和使用规范。

第二阶段为正常工作时期：此时期(图中 ab 、 a_1b_1 ，曲线)的特点是，零件磨损缓慢均匀。这是因为通过磨合和走合阶段后，零件的表面光洁度及强化提高，对润滑油的适油性增强，因而转变为缓慢的自然磨损阶段。如果这个阶段使用合理，可以大大延长零件的使用寿命。

第三阶段为极限磨损时期：此时期(图中在 b 、 b_1 以右的曲线)的特点，是零件磨损特别快，这是由于配合副的间隙，已超过允许极限，配合副之间产生冲击负荷，润滑油压力降低，油膜遭受破坏，零件磨损急剧上升。这时如不及时调整或修理，而继续使用，零件将由自然磨损转化为事故性的损伤。

2. 配合副表面质量

从图 1-9 可以看出，要延长零件的使用寿命(汽车行驶里程)，应设法降低磨合时期的磨损量。如果把磨损量 Aa 降低到 A_1a_1 ，那末零件的使用寿命，可以从 $O'B$ 提高到 $O'B_1$ ，即 BB_1 为该零件所延长的使用寿命。

降低磨合磨损量的措施，主要是从加工质量和磨合规范来考虑。如果配合副表面的光洁度和几何形状都能符合技术要求，而磨合规范(在第三篇介绍)又选用得很合理，这就可以大大降低磨合副的磨损量，提高零件的使用寿命(如图 1-9 虚线曲线所示)。

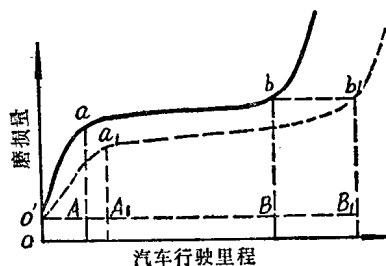


图1-9 零件磨损特性曲线
 oo' -摩擦副原有间隙的一半，
 $o'a$ 、 $o'a_1$ -磨合时期曲线；
 ab 、 a_1b_1 -正常工作时期曲线；
 b 、 b_1 -极限磨损时期开始

第三节 汽车零件的变形和破损

一、零件的变形

在汽车修理中，零件的磨损和断裂，容易被发现，而零件变形往往不够重视，尤其对基础件(如气缸体、变速器壳等作支撑性的基础件)变形问题，尚未引起足够重视。影响修理质量的重要因素之一是对基础件的形位公差与修理质量的关系，认识不足，同时对形位公差的检验方法也不够完善。

零件变形，一般表现为弯曲、扭转、翘曲等几何外形的变化。变形的原因，大多是零件承受的外力(载荷)与内应力不平衡，或由于加工过程的残余应力未消除(如未经热处理或时

效处理)而出现的内应力不平衡。这些情况,有的属于热加工应力(如铸件或焊件在加工过程,零件的某些部位冷缩不均匀,形成压伸应力),有的属于冷加工应力(如冷冲压过程,产生局部晶格歪曲而形成残余应力)。这些应力如超过零件材料的屈服极限,就产生塑性变形,超过强度极限,就会产生破裂。

例如:扭紧气缸盖各螺栓或螺柱时,如果扭矩不均匀,因而螺杆的拉力不平衡,导致缸盖平面翘曲,还可能导致气缸孔上部变形。在搪磨气缸前,为避免缸孔下部出现搪后变形,应先将主轴承盖螺栓扭紧。冷焊铸铁气缸体,如不注意温度分布问题,就会引起破裂。

二、零件的破损

零件破损,一般表现为折断、裂纹及刮伤等。这类破损比较容易察觉,其中疲劳裂纹是属于零件的隐伤之一,也是零件断裂来源之一,必须采用特殊的检验方法,而且是最重要的检验。零件断裂的原因,大致有以下几种情况:

1.零件的变形或疲劳超过其材料极限强度,使零件应力集中部位产生裂纹,并逐步扩展到断裂。

2.零件内部隐伤(如气孔、夹渣、裂隙)所形成的应力集中,从隐伤薄弱处产生裂纹,逐渐向外扩展,遇到气压油压或水压的扩散压力作用,加速裂纹扩展直至断裂。

3.承受交变载荷的零件,在应力集中部位,容易形成疲劳裂纹,裂纹不断向零件内外伸展以至断裂。

零件刮伤的原因,大多数是由于修理不当而引起的。比如,活塞销的卡簧脱出,致使活塞销的端部刮破气缸壁。活塞产生偏缸(咽缸),使活塞与缸壁被拉伤。机油内的机械杂质过多,因而擦伤缸壁和活塞。

第二章 汽车修理制度及组织

第一节 汽车修理类别及计划预防修理制度

一、汽车修理类别

汽车修理是汽车所有零件、组合件及总成修理的总和。它们的使用寿命各不相同,不可能同时进行修理,但必须使汽车在运行中的技术状况能基本平衡,因此不平衡部分有先修后修之别,应将修理作业,按其不同对象和不同作业范围,划分为不同的修理类别。根据一九七三年交通部“汽车修理技术规范”(修改稿)的规定,划分为汽车大修、汽车小修、总成大修、零件修理和挂车修理。各类修理性质及划分标志概述如下:

1.汽车大修:是指新车或经过大修后的汽车,行驶一定里程,并通过技术鉴定后,按照需要有计划地进行一次恢复性的修理。其目的主要是通过这次修理,恢复汽车的动力性、经济性、可靠性和原有装备,使汽车的技术状况和运行性能达到规定的技术条件,延长汽车的使用寿命。

汽车大修标志是按照载货汽车和长途客车分别规定:

1)载货汽车大修标志是,发动机附离合器总成和车架总成中有任何一个主要总成需要大