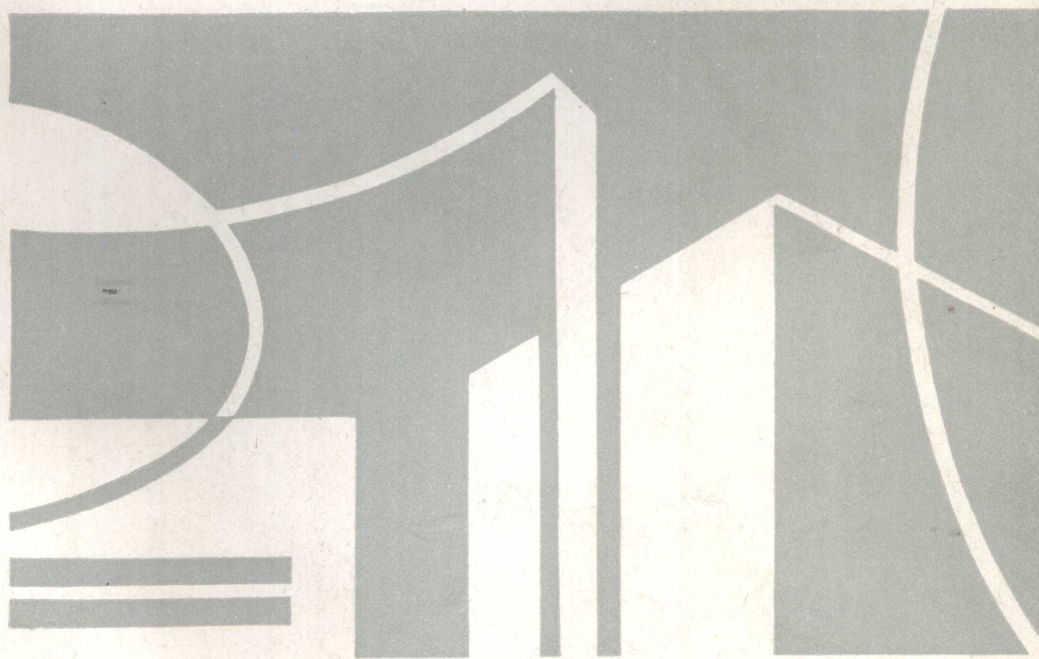


中等专业学校试用教材

建筑机械修理

乐昌政 主编



中国建筑工业出版社

中等专业学校试用教材

建筑机械修理

乐昌政 主编



中国建筑工业出版社

前 言

本书是依据建设部教育司1989年12月颁布的普通中专建筑机械专业教学计划、毕业生业务规格和《建筑机械修理课程教学大纲》编写的。适用于中专建筑机械专业学生,同时兼顾了技校、成人中专和函授中专的需要,也可供从事建筑机械的工程技术人员参考用。

本书贯彻执行了国家新标准、新规范和法定计量单位制;体现了科学性、行业性原则,重点介绍了建筑工程中常见机型的维修,并注意介绍了近年来发展的修理新技术;体现了实用性原则,对于常用的、必要的维修工艺操作尽量加以详细介绍,对于常见故障的分析和排除作了重点介绍。各章后均列有复习思考题,有助于中专层次读者的阅读和理解。

本书由广西建筑工程学校乐昌政主编。第一篇由四川省建筑工程学校骆国祥编写;第三篇由内蒙古建筑工程学校王永连编写;第二篇和第四篇由乐昌政编写。

本书由上海同济大学曹善华教授主审,上海交通大学花家寿教授、刘杰讲师参加了审阅,并为本书提出了宝贵的指导意见,对此表示衷心感谢。

目 录

绪 论.....	1
----------	---

第一篇 机械修理的理论基础

第一章 机械故障与维修.....	2
第二章 机械零件的缺陷.....	5
第一节 零件的磨损.....	5
第二节 零件的变形与断裂.....	9
第三节 零件的腐蚀与穴蚀.....	14
第三章 机械维修制度和组织.....	17
第一节 机械维修制度.....	17
第二节 机械修理的组织.....	20
第四章 机械修理的工艺过程.....	22
第一节 机械修前的技术鉴定.....	22
第二节 机械的拆卸.....	29
第三节 零件的清洗.....	31
第四节 零件的检验与鉴定.....	34
第五节 零件的修复与更换.....	45
第六节 机械的装配和鉴定验收.....	46

第二篇 旧件修复工艺

第一章 旧件修复的基本方法.....	49
第二章 焊修.....	52
第一节 焊修的特点及应用.....	52
第二节 手工电弧焊修.....	52
第三节 手工氧炔焰气焊修.....	54
第四节 钎焊.....	55
第五节 振动堆焊.....	56
第六节 埋弧堆焊.....	60
第七节 二氧化碳气体保护堆焊.....	64
第八节 等离子弧堆焊.....	67
第九节 钢零件的焊修.....	70
第十节 铸铁零件焊修.....	70
第十一节 有色金属的焊修.....	73
第三章 金属喷涂.....	77

第一节	金属喷涂的工作原理	77
第二节	金属喷涂层的性能	78
第三节	金属喷涂的特点和应用	78
第四节	金属喷涂的设备和材料	79
第五节	金属喷涂工艺	81
第六节	氧炔焰粉末喷涂与喷焊	82
第七节	尼龙喷涂	86
第四章	电镀	89
第一节	电镀原理	89
第二节	电镀工艺的特点和应用	90
第三节	电镀基本设备和工艺过程	91
第四节	镀铬	91
第五节	低温镀锌	96
第六节	电刷镀(涂镀)	100
第七节	镀铜和镀镍简介	105
第五章	其它修复工艺	107
第一节	粘接	107
第二节	电火花加工	109
第三节	电火花强化和涂覆	110
第四节	塑性变形法	111
第六章	旧件修复工艺的选择	114
第一节	各种修复工艺的比较	114
第二节	修复方案的选择	116
第三节	修复工艺规程的制订	119
第七章	典型零件的缺陷及修复	120
第一节	光直轴的缺陷及修复	120
第二节	花键轴的缺陷及修复	121
第三节	凸轮的缺陷及修复	121
第四节	齿轮和链轮的缺陷及修复	122
第五节	滚动轴承的缺陷及修复	123
第六节	橡胶制件的缺陷及修复	124

第三篇 内燃机修理

第一章	气缸体和气缸盖的修理	126
第一节	内燃机的解体	126
第二节	气缸体和气缸盖的修理	127
第三节	气缸的修理	132
第二章	活塞连杆组的修理	146
第一节	活塞和活塞环的选配	146
第二节	连杆的修理	150

第三节 活塞连杆组的组装.....	153
第三章 曲轴和轴承的修理.....	156
第一节 曲轴的修理.....	156
第二节 轴承的修理.....	160
第四章 配气机构的修理.....	165
第一节 气门组件的修理.....	165
第二节 气门传动组件的修理.....	169
第三节 气门间隙的调整.....	170
第五章 燃料供给系的修理.....	174
第一节 汽油机燃料供给系的修理.....	174
第二节 柴油机燃料供给系的修理.....	181
第六章 润滑系的修理.....	193
第一节 机油泵的修理.....	193
第二节 机油滤清器的修理.....	196
第七章 冷却系的修理.....	201
第一节 散热器的修理.....	201
第二节 水泵的修理.....	202
第八章 电气设备的修理.....	204
第一节 蓄电池的修理.....	204
第二节 发电机的修理.....	208
第三节 磁电机的修理.....	210
第九章 内燃机的总装与试验.....	213
第一节 内燃机的总装.....	213
第二节 内燃机的磨合与试验.....	214

第四篇 底盘及工作装置的修理

第一章 主离合器的修理.....	217
第二章 变速器的修理.....	223
第一节 变速器的故障.....	223
第二节 变速器零件缺陷及检修.....	223
第三章 轮式前桥和转向系的修理.....	228
第一节 轮式前桥和转向系的故障.....	228
第二节 轮式前桥的缺陷及修理.....	231
第三节 轮式转向系的修理.....	234
第四节 转向系其它检查调整.....	236
第四章 轮式后桥的修理.....	236
第一节 轮式后桥的故障.....	236
第二节 后桥零件的缺陷及检修.....	236
第三节 后桥的装配与调整试验.....	237

第五章 制动系的修理	242
第一节 制动系常见故障	242
第二节 车轮制动器的检修	242
第三节 气压制动系的检修	244
第四节 液压制动系的修理	246
第五节 气液增压制动的修理	248
第六章 履带底盘后桥的修理	251
第一节 后桥壳体的缺陷和修理	251
第二节 中央传动的修理	251
第三节 转向离合器与转向制动器修理	253
第四节 最终传动的修理	255
第五节 后桥的磨合试验	257
第七章 机架和行走系的修理	258
第一节 机架的修理	258
第二节 钢板弹簧和减震器的修理	259
第三节 行走台车的修理	259
第四节 履带总成的修理	260
第八章 工作装置和液压系统的修理	262
第一节 工作装置的修理	262
第二节 液压系统的修理	263
第九章 机械的总装与试验	269
附录 法定计量单位	272

绪 论

建筑业是我国国民经济的支柱产业之一。随着我国社会主义建设事业的稳步发展,建筑业正朝着工业化、现代化的道路迈进。建筑业要大力推行“三化一改”,即建筑设计标准化、制品生产工业化、建筑施工机械化和以墙体改革为中心的结构改革。其中建筑施工机械化是最重要的一个方面。但是目前我国对建筑机械的“管、用、养、修”水平还不高,特别是维修水平急需大力提高,以适应建筑业发展的需要,提高机械设备的完好率、利用率,降低修理成本,充分发挥机械设备效能,提高经济效益。

生产维修的目标就是:以最经济的维修费用,保持设备最佳的技术状态,以最低的故障停机率赢得设备的最多利用时间,以最佳的维修方式和手段达到设备的最高效率。

本课程是建筑机械专业实践性较强的专业课。通过本课程的学习,使学生掌握维修建筑机械设备的必备知识和技能,为今后从事建机维修工作奠定基础。学习的内容包括:机械维修基本理论和知识,零件主要修复工艺及选择原则,建筑机械典型零件常见缺陷及修理方法,建筑机械修理的工艺过程和组织方法,典型建筑机械的故障及其修理。

本课程的学习特点,一是内容广泛,涉及的知识面很广,学习时要充分综合运用已学过的各门公共课和技术基础课知识;二是实践性很强,学习中要注意理论联系实际,特别是结合现场参观、实验、实习等环节,掌握必备的维修操作技能,学会运用修理技术规范分析处理生产实际中的技术问题,努力培养学生成为应用型的技术人才。

第一篇 机械修理的理论基础

第一章 机械故障与维修

一、机械故障的产生

在维修工作中,研究机械故障的目的是为了弄清故障产生的机理,从而寻求消除故障的途径和方法,达到减少机械故障的目的,提高机械的完好率和利用率。

所谓机械故障,是指机械在规定的使用条件(转速和载荷条件、道路条件、环境和气候条件等)下,使用性能变坏或严重恶化。如发动机的功率下降,耗油量增加,转速异常;变速器跳档或挂档困难;制动系制动力不足或制动失灵;液压系统失效或动作异常等。

一般说来,当机械产生故障后,其技术性能指标的变化,主要表现在以下三个方面。

(一) 动力性下降

动力性主要是指机械的有效功率和有效扭矩的发挥能力。例如汽车的最高行驶速度下降,加速时间和加速距离增加,爬坡和牵引能力降低,工作装置能力降低等,都是动力性变坏的表现。

(二) 经济性变坏

对动力机械而言,是指能耗(电能、燃料、润滑油的消耗)的增加超标。例如内燃机所消耗的燃油和机油量超出正常值越多,则其经济性越低。从整个机械来看,除能耗增加外,如果零部件的磨损快,小修费用增多,运行成本提高,也表明机械的经济性变坏。

(三) 可靠性变坏

机械在运行中出现故障增多(如漏油、漏水、漏气、漏电、发热、异响、动作异常或失灵等),致使停机修理的次数和工时增加,甚至出现事故,安全生产不能保证,表明机械的可靠性变坏。

对建筑机械技术性能的评价,常常以上述动力性、经济性、可靠性作为主要标志。建筑机械的维修主要就是恢复机械的“三性”。

机械故障的出现,往往是多种因素共同作用的结果。如相互摩擦的零件产生自然磨损;有害物质对零件表面的腐蚀;零件长期在交变循环载荷作用下产生疲劳;零件在外载荷、温度和残余内应力作用下产生变形等。这些因素的综合结果,使零件尺寸、几何形状及表面质量发生变化,破坏了配合件原有的配合性质和正确位置,从而引起机械技术状态的恶化。如发动机气缸磨损后使密封性降低,气缸压缩力下降,导致发动机功率下降,燃油、润滑油消耗增加,排气冒黑烟,运转杂音,零件异常磨损等故障,严重时发动机不能起动。

二、机械故障的分类

机械故障的表现形式多种多样，产生的原因也各不相同。机械故障根据其产生的性质或原因可分为不同的种类。

(1) 自然故障。机械即使在长期的正常使用过程中，零件也不可避免地会出现缓慢的自然磨损、变形、疲劳损伤、腐蚀或其它物理化学变化，到一定程度就会失去正常的工作能力，这是一种渐发性故障。如活塞与缸孔间因磨损造成配合间隙过大而引起功率下降；制动摩擦片磨损导致制动力不足等。这类故障是不可避免的，通过掌握其规律，合理地使用、维护、保养机械，能使这类故障延缓出现，延长了机械的寿命和保证运行的可靠。

(2) 事故性故障。这类故障是由于违反操作规程，对机械使用、保养、修理不当所引起的，这是一种突发性故障。如机器严重超载，超速运转而导致的机械损坏。事故性故障是人为的，只要加强管理，提高操作人员的思想认识和责任心，建立和坚持各项合理的规章制度，科学地使用、保养、修理机械，这类故障则可以避免。

按产生故障的原因可分为：

(1) 配合件正常配合关系遭到破坏所引起的故障。间隙配合件的间隙增大，产生冲击载荷和振动，润滑恶化而造成零件损坏。如轴与滑动轴承配合间隙过大引起的烧瓦。过盈配合件过盈量减少或出现间隙，使零件丧失了工作能力。如轴承外圈与座孔配合的松动，气门座圈的脱落等。

(2) 零件间相对位置精度遭到破坏所引起的故障。零部件的同轴度、平行度、垂直度、对称度、倾斜度、圆跳动等超过了允许的范围，均为相对位置精度遭到了破坏。如发动机曲轴与变速器主轴间同轴度破坏将引起变速器跳档；变速器各轴线平行度遭到破坏，将引起齿轮负荷成倍增长，从而产生噪音、跳档等故障；推土机后桥中央传动锥齿轮轴不垂直度增大，将加速齿轮磨损和引起噪音等。

(3) 零部件本身变形或材质变化所引起的故障。零件的变形，表现在直线度、平面度、圆度、圆柱度、线轮廓度、面轮廓度超过了允许公差。如机器上的某些传动杆件或支架，因使用调整不当或超负荷工作而导致变形，破坏了原有的技术性能。特别是基础件的变形，会破坏零件间的相对位置精度，加速零件的损坏。另外，当金属零件周围有害介质接触会使金属表面发生变化；非金属零件由于在恶劣环境下长期工作而老化时，零件就丧失工作能力，引起故障。

(4) 杂物堵塞所引起的故障。杂物或尘土不可避免的要进入机器上的一些用以循环油、气和水的孔道或间隙缝中。随着时间加长，沉积物不断增多，使孔道通过面积减小，甚至堵塞而给机器的技术状态带来不利的影响。例如机油泵吸盘滤网被堵塞，使吸油不足，润滑恶化；水垢过厚，造成散热性能变差；柴油含水，冬季结冰或凝固管道而造成堵塞甚至胀裂等。

(5) 零部件间连接松动和脱开引起的故障。机器上的某些零部件因受到振动且又未及时紧固，引起松动或者脱开，造成故障。如螺丝松脱、锁片和锁销脱落等。

三、机器维修原理

在一定的使用条件下，零件的自然损伤是有规律的。我们可以根据这些规律，对机器进行定期的检查，及时发现零件的各种损伤，并作出有效的修理方案。对于磨损、变形、腐蚀的零件采用合理的修复工艺加以修复，恢复零件的尺寸、形状、表面粗糙度，使配合

件恢复原有的配合精度和位置精度，必要时可更换零件。对于连接松动的零件应及时加以紧固调整。对脏污部位及时进行清洗，除掉内部污物，清除零件周围的有害介质，使零件免遭腐蚀。对各润滑部位要保证有效的润滑。总之，针对故障产生的各种原因，采取可靠措施，把保养维修工作做在机器故障发生之前，就能延长机械使用寿命，有效地避免机械事故。使机器经常保持良好的技术状态。

复习思考题

1. 什么叫故障？机械产生故障后其技术性能的变化表现在哪些方面？
2. 自然故障和事故性故障的根本区别是什么？
3. 机械产生故障的原因是什么？机械维修的原理是什么？

第二章 机械零件的缺陷

第一节 零件的磨损

机械在使用过程中，相互摩擦的零件表面发生尺寸、形状和表面质量变化的现象称为磨损。据统计，大约有80%损坏的零件是由于磨损所造成。故磨损是零件损坏的主要形式。

一、摩擦与润滑

摩擦和磨损是相伴发生的，摩擦是现象，磨损是摩擦的结果，润滑是降低摩擦，减少磨损的重要措施，三者间有着密切的关系。

两个相互接触的物体在外力作用下，发生相对运动（或具有相对运动趋势）时，在接触表面间所产生的摩擦力是由机械阻力和分子引力构成的，这是因为任何物体的表面都存在着粗糙度，即使抛光很好的表面，其粗糙度也不小于 $0.001\mu\text{m}$ 。当这样两个表面接触时，表面的凹凸点互相咬合，要想使它们滑动，必须顺着其凸部反复地抬起来，或者使凸部发生变形与破坏，这就产生了机械阻力。另外任何两个物体间都存在着分子引力，若两者相距愈近，分子引力就愈大。由于两表面的接触仅为凸出部位点的接触，即使在载荷不大的情况下，接触点的单位压力也很大，凸出点相互压平，距离极近，因而能产生足够大的分子引力。

当表面比较粗糙时，摩擦力以机械阻力为主；当表面光洁程度相当高时，摩擦力以分子引力为主。

简单的粘着理论还认为：由于表面凹凸不平的性质，使接触仅发生在少数几个孤立点上。在载荷作用下这些点产生塑性变形或弹性变形，在接触处产生牢固的粘着接点，因此剪断这些接点的力便形成了摩擦力。

摩擦在很多地方是有害的。机器运转时，由于运动副摩擦生热，既降低机械效率，又使零件受到磨损。这时应设法减小摩擦。减小摩擦最有效的方法是润滑。润滑的基本原理就是具有一定粘度的油液进入到两个摩擦表面之间形成一定厚度的油膜或油楔，将接触表面分隔开。由于摩擦表面不是直接接触，所以当两表面相互滑动时，只有油液分子间发生摩擦，从而大大降低了摩擦力，减小了磨损。按润滑情况的不同，摩擦可以分为以下几类。

（1）干摩擦。摩擦面之间完全没有润滑油和其他介质时所发生的摩擦，叫干摩擦。如摩擦离合器的摩擦片和制动器的摩擦片工作表面。干摩擦的摩擦系数很大，摩擦力也很大，有利于机械力的传递。但在机械中除了某些专门要求有较大摩擦力的机构外，多数是不希望出现干摩擦的。

（2）液体摩擦。摩擦表面间完全被润滑油隔开而不发生直接接触的摩擦，称为液体摩擦。由于这种摩擦大部分发生在润滑油的内部，所以产生的摩擦力很小，磨损也轻微。

液体摩擦产生的过程如下。图1-2-1所示为几何形状正确的轴与轴承以间隙配合的液体摩擦。当轴静止时，轴颈处于最低位置，轴与轴承间形成楔形油隙（图1-2-1a）。当轴转动时，因润滑油具有一定的粘度被轴颈带着一起转动，此时润滑油沿着横断面逐渐缩小的楔形间隙流动，楔形油层产生动压力挤向左边并有抬起轴的趋势（图1-2-1b）。当轴的转速继续提高时，油楔所产生的动压力亦提高，直到一定转速后，此动压力克服了轴上载荷将轴抬起，轴颈与轴承表面完全被油层隔断，形成液体摩擦。因此，形成液体摩擦的条件是：有楔形油隙；轴有一定相对转速；最小油层厚度大于两接触表面的微观不平度之和。

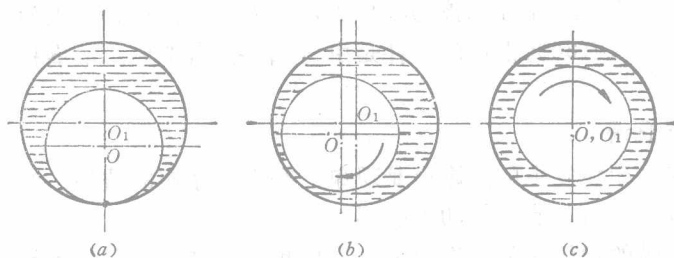


图 1-2-1 轴与轴承配合时的液体摩擦

(3) 边界摩擦。摩擦表面间只有一层很薄 ($0.1\mu\text{m}$ 以下) 的油膜时所产生的摩擦，称之为边界摩擦。由于润滑油的油性 (吸附能力) 所形成的油膜具有很高的强度，能承受很高的压力，可以防止两表面直接接触，隔断分子引力，降低摩擦系数，使摩擦力大为减少。这种摩擦形式极为普遍。如普通的滑动轴承在运转开始时的摩擦即是边界摩擦。

(4) 半液体摩擦。当加在两零件上的大部分载荷由液体层所承受，仅小部分载荷由零件直接接触表面所承受时产生的摩擦，称为半液体摩擦。

(5) 半干摩擦。当两个零件间大部分载荷是由接触表面所承受，而小部分载荷是由油层所承受时产生的摩擦，称为半干摩擦。

上述各种摩擦中，液体摩擦所产生的摩擦力最小，零件的磨损也最小。在设计和使用中应尽量促使间隙配合件形成液体摩擦。但是必须指出：产生液体摩擦的条件在实际中往往难以完全达到。因而边界摩擦、半干或半液体摩擦在机械中经常会发生，它们之间以一定的外界条件互相转化。例如发动机曲轴主轴轴承和连杆轴承正常运转时，是液体摩擦；当转速急剧下降时即出现半液体或半干摩擦；而在起动时则为边界摩擦。活塞组在工作过程中随行程的改变，其温度、速度和润滑油粘度都不相同，而且伴随着往复直线运动，可能造成半液体摩擦、边界摩擦、甚至半干摩擦。

二、磨损的种类、原因及规律

(一) 磨损的种类及原因

(1) 摩擦磨损。这种磨损是由于零件的表面的峰谷相互咬合，在做相对运动中被刮掉，或因峰顶塑性变形被碾平的结果。摩擦磨损只有尺寸、形状、体积等的变化，而无大的物理化学变化。

(2) 磨料磨损。硬质微粒磨料进入摩擦表面间，在摩擦的过程中，引起材料表面脱

落，这种现象称为磨料磨损。

磨料磨损造成零件表面损伤最主要的原因是磨料颗粒同被损伤的表面相互作用的结果。其作用的方式有以下三种：正压力使磨料垂直压入表面，切向力使磨料与表面做相对切向运动，零件表面被切削，留下细槽痕迹；压入零件表面的颗粒造成大量密集的压痕，使塑性材料表面挤出层状或鳞片状剥落物。对于脆性材料表面颗粒能使表面产生裂纹，最后引起表面疲劳碎片脱落；被磨表面同磨料颗粒的相互作用，在表面层产生交变接触应力，导致材料表面疲劳破坏。

建筑机械的工作环境十分恶劣，大多在粉尘飞扬的野外。工作对象又都是泥土、砂石等物质。因此建筑机械的工作装置、行走机构、滤清器失效的发动机零件磨料磨损严重，寿命大大缩短。减少磨料磨损最主要的措施是：完善防护罩，严格空气、燃油、润滑油的滤清操作；设法减少磨料进入工作表面的机会；增强零件表面的抗磨性能。

(3) 粘着磨损和熔着磨损。粘着磨损又称咬合磨损，它是通过接触面局部发生粘着，在相对运动的粘着处又被撕开而产生的零件表面损坏。

这种磨损主要是由于摩擦表面粗糙不平，它们相互接触时只是在一些点上接触。在垂直载荷的作用下，接触点压力很大，接触处将产生塑性变形，导致金属表层氧化膜的破裂，出现两表面金属直接接触的状况。在接触点上产生粘着（冷焊），滑动时粘着点发生剪切和材料转移。

熔着磨损主要是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很高，且接触压强很大，特别是在润滑不良的情况下，摩擦表面产生的大量热量来不及散发掉或导入零件内部深处，表面温度急剧升高（可达 1500°C ），引起表面金属层产生软化、直至熔化，耐热性弱的表层就熔接在耐热性强的表层上面。零件一旦滑动，熔接处又被撕裂。

粘着磨损和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上。特别是在发动机处于高速、高温和润滑不良的条件下，最容易出现这类磨损。如常见的“咬死”，“抱瓦”等现象即是。

(二) 磨损的规律

磨损的种类繁多，影响它们的因素也十分复杂，各种条件下零件磨损的原因是不相同的。但是零件在这些条件下的磨损增长过程却十分相似，有一定的规律性，我们称之为零件的磨损特性。图1-2-2所示为零件磨损量随着时间的增长而变化的曲线，称为磨损特性曲线。

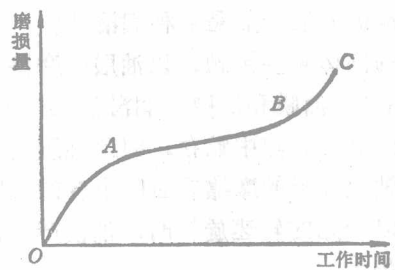


图 1-2-2 零件磨损特性曲线

从图中可以看出，磨损特性曲线可分为三个阶段。

磨合阶段OA。零件处于刚开始使用阶段，由于零件新加工的表面较粗糙，各接触点上引起高接触压力，此时的磨损是摩擦磨损和金属磨屑所造成的磨料磨损。加上这时零件的配合间隙较小，润滑情况不理想，因此磨损十分迅速。随着机械运转的时间增长，不平度的凸峰被逐渐磨掉，实际接触面积逐渐增大，并形成光洁而理想的表面变质层。此时到达A点。

正常磨损阶段 AB 。当曲线到达 A 点后,由于零件表层和配合间隙已进入理想状态,润滑情况好转,因此磨损曲线趋于平缓稳定。 AB 段的时间表示零件修理前的使用期限。这一段的中后期由于间隙增加,磨损进程相对加快,但仍可继续工作。当磨损量增至 B 点时,磨损就进入新的阶段。

强烈磨损阶段 BC 。随着工作阶段 AB 的过程,零件逐渐磨损,配合间隙逐渐增大。当到达 B 点后,配合件工作条件恶化,零件几何形状变坏,间隙超过允许极限,润滑变坏,并出现附加的冲击载荷作用,磨损速度急剧增大,如不采取措施,就会引起机械事故性破坏。故这一段又称为事故性磨损阶段。

三、磨损极限的确定

在图1-2-2中,曲线的 AB 段是零件的正常工作阶段,这时零件也是在逐渐磨损的。这段时间的磨损,因为它不影响零件的正常工作,被称为容许磨损。当磨损到达 B 点后,如继续使用就会产生事故性磨损。因此,我们把 B 点的磨损值定为允许磨损的极限或磨损极限。

在机械使用过程中,当机械出现下列情况之一者,一般认为可能的零件达到了磨损极限:

- (1) 工作能力消减过多或能力丧失;
- (2) 技术状况恶化程度急剧增加;
- (3) 工作质量降低到允许限度以下;
- (4) 油料、物料消耗大,经济效益急剧下降。

合理地确定容许磨损和磨损极限有着重大的现实意义。它不仅能保证机械的正常工作,同时又能充分发挥每个零件的作用。磨损极限的确定方法有:经验统计法、使用观察法、实验室试验法、计算分析法。一般产品说明书上均提供有相应的数据。

四、影响磨损的因素

(一) 摩擦面之间介质的影响

减磨介质一般是各种润滑油脂,能在摩擦面之间形成一层油膜或油楔,以减少配合面之间的固体直接接触,以油层的摩擦代替固体摩擦,因而能大大降低摩擦阻力和磨损。

(1) 油膜和油楔。润滑油能以油膜形式吸附在任何形状的表面上,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,这种支承能力称为油膜强度。

轴和轴套的摩擦表面所附着的油层在运动中呈楔形,所以称之为油楔。如前所述,当轴颈以一定的转速旋转时,油楔产生流体动压力,可将轴颈抬起来形成液体摩擦,摩擦副的磨损大大减小。

(2) 油膜的厚度与间隙的关系。轴承间隙越大,油膜厚度越小,滑油也容易从间隙中被挤掉,轴承和轴颈的磨损就越大。相反,轴承间隙适当减小,油膜厚度增大,就有利于润滑,磨损较小。但间隙过小,润滑油流量及冷却作用下降,润滑油温度升高,粘度降低,油膜不易形成,厚度反而减薄。试验证明,合理的轴承间隙为理想油膜厚度的四倍。这已在设计制造中考虑,维修中应注意保证其规定的间隙。

此外,轴承与轴颈表面微观凸起之和及润滑油中的机械杂质的尺寸都应小于轴承间隙。因此对轴承和轴颈加工表面的几何形状及粗糙度应符合技术条件的要求,并做好机件清洗

和机油的滤清工作。

(3) 摩擦种类与油膜的关系。油膜的厚度与强度,除了与润滑油的性质有关外,还随着摩擦面之间的工作温度、压力、间隙和转速而变化。摩擦副之间的油膜变化状态,决定了摩擦表面相直接接触的不同程度,形成各种不同的摩擦形式,因而磨损大小也各不相同。

(二) 摩擦副运动的形式、速度和压力的影响

摩擦表面的相对运动形式一般有两种。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,因此磨损较慢,以疲劳损伤为主。另一种是以滑动面相接触(如滑动轴承、活塞与气缸),其情况与前者相反。滑动摩擦面的磨损由它的工作条件决定。

在有润滑油的条件下,零件相对运动的速度愈高,愈易形成液体摩擦,磨损减小;在干摩擦条件下,速度增加会因单位时间内运动路程加长而使单位时间内磨损增加。

零件单位压力增加时,油膜被挤坏,会使磨损加剧。因此机械一般不应长时间超负荷和使其产生冲击载荷。

零件的磨损随着表面的工作温度升高而加大。这是因为当温度提高时,润滑油吸附性能减弱。一般润滑油的安全温度为 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。当温度达到 $150\sim 200^{\circ}\text{C}$ 时,摩擦表面的油膜遭到破坏,摩擦性质由边界摩擦变为干摩擦,磨损加大。

(三) 摩擦副的材料和表面性质的影响

在一定的载荷条件下,材料的疲劳强度和屈服强度愈高,则滑动摩擦下的粘着磨损倾向愈小,滚动摩擦下的摩擦疲劳过程的速度愈低。

碳钢的耐磨性随其硬度和热稳定性的提高而提高。但是高硬度的零件只有在一定的表面粗糙度时,才能具有较好的耐磨性。铸铁的耐磨性取决于其含碳量、石墨状态以及其组织结构。

零件表面的粗糙度对磨损的影响最为显著,如图1-2-3所示。从图中可以看出,每一种载荷条件下,有一个最合理的粗糙度,这时零件磨损量最小。在相同载荷条件下,粗糙度愈小,则磨损愈小。但若超过合理点 O_1 、 O_2 后,磨损量又逐渐上升。

这是由于表面过于光洁,油的吸附和贮存更为困难,两表面间的分子引力也大大增强,产生粘着磨损的倾向增大。

五、使用条件

机械使用情况对零件的磨损影响非常大,如燃料、润滑油的质量;道路条件;气候条件;保修质量以及管用养修人员的操作水平等,都直接影响到零件的使用寿命。

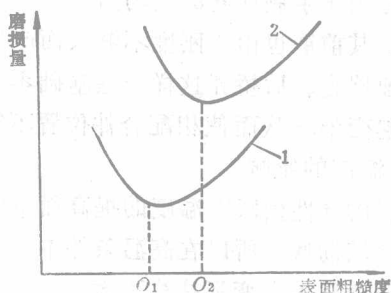


图 1-2-3 磨损量与表面粗糙度的关系

1—轻工作条件; 2—重工作条件

第二节 零件的变形与断裂

一、零件的变形

零件在外力作用下产生形状或尺寸的变化叫做变形。一般表现为弯曲、扭转、平面翘

曲等。零件变形后,往往会促成其寿命的缩短,特别是基础件的变形,使零件间相对位置精度遭到破坏,从而加剧了零件的磨损,严重影响机械的工作寿命。

零件变形的原因主要有以下几点:

1. 热应力和组织应力的作用

零件在加工制造过程中,在其内部往往会产生残余的内应力。应力在平衡状态下不会引起变形。一旦外界条件引起局部应力释放,平衡态破坏,零件便发生塑性变形。

(1) 热应力。铸件、锻件、焊接件或需经热处理的零件,在制造过程中,总是要从高温状态下冷却下来的。由于零件相连各部分断面厚薄不同或表里的差异,其冷却速度不一,各部分间存在一定的温度差,收缩先后也各不相同。故各部分互相牵制,在零件内部产生的应力就称为热应力。在热应力的作用下,零件壁厚部分受拉应力,壁厚部分受压应力。

(2) 组织应力。零件内部由于组织转化,发生体积改变所引起的应力称为组织应力。例如灰铸铁在由奥氏体转化为铁素体和析出石墨时,体积膨胀,壁厚部分冷却快,先达到相变温度,因而也先发生体积膨胀,最后形成残余拉应力,壁厚部分为残余压应力。

2. 外载荷的影响

某些零件的变形是由于在使用过程中传递动力和承受外载荷产生的应力超过材料屈服极限时,零件将产生塑性变形。建筑机械工作条件一般比较恶劣,经常处在极限载荷下工作,并且频繁地起动、制动及停车,使机械产生较大的振动和冲击。有些零件的变形是由于个别紧固体在这些零件上的结构布置不够恰当而引起的。例如,某些变速器壳后壁的凸起变形,就是由于手制动器的制动力,通过支架螺栓连接传递到刚度不够大的变速器壳后壁而引起的。其前壁也由于刚度不够大而产生变形,这是变速器四点悬臂固定造成的。象气缸体、变速器壳、后桥壳这样一些基础零件,在总成使用过程中由于传递力而承受外载荷,均可引起变形,从而使相配合件位置不能保持正确。

3. 温度的影响

金属的弹性极限随温度的提高而下降,同时,在高温作用下内应力的平衡遭到破坏,应力松弛比较彻底。所以在高温条件下工作的基础件更易变形。如气缸体在较大外载荷和高温的共同作用下,变形往往更大。

4. 材质和修理质量的影响

材料选择不当或材料内部有缺陷,如气孔、疏松、偏析、夹渣等。这些缺陷破坏了金属结构的连续性,使这些部位的强度大大降低,并引起应力集中,造成变形。

在制订修理工艺时,如果未考虑到零件定位面的变形,修理加工后会加大形位误差。如主轴承座孔的变形,搪缸时只以缸体底平面定位,则会扩大气缸轴线和曲轴轴线的垂直度而加大形位误差。零件采用焊接、堆焊或压力加工等工艺修复时,也会产生新的应力和变形。

减轻变形危害的措施有以下几方面。

(1) 正确选用零件材料。不仅要考虑材料的机械性能,而且要考虑材料的加工工艺性和经济性。例如对主要零件和变形要求小的零件,应考虑选用合金钢、耐热钢,或具有良好铸锻性能、切削性能、焊接性能和热处理性能的材料。

(2) 正确设计零件的结构和形状。例如注意改善零件的受力状况、避免尖角、棱角、