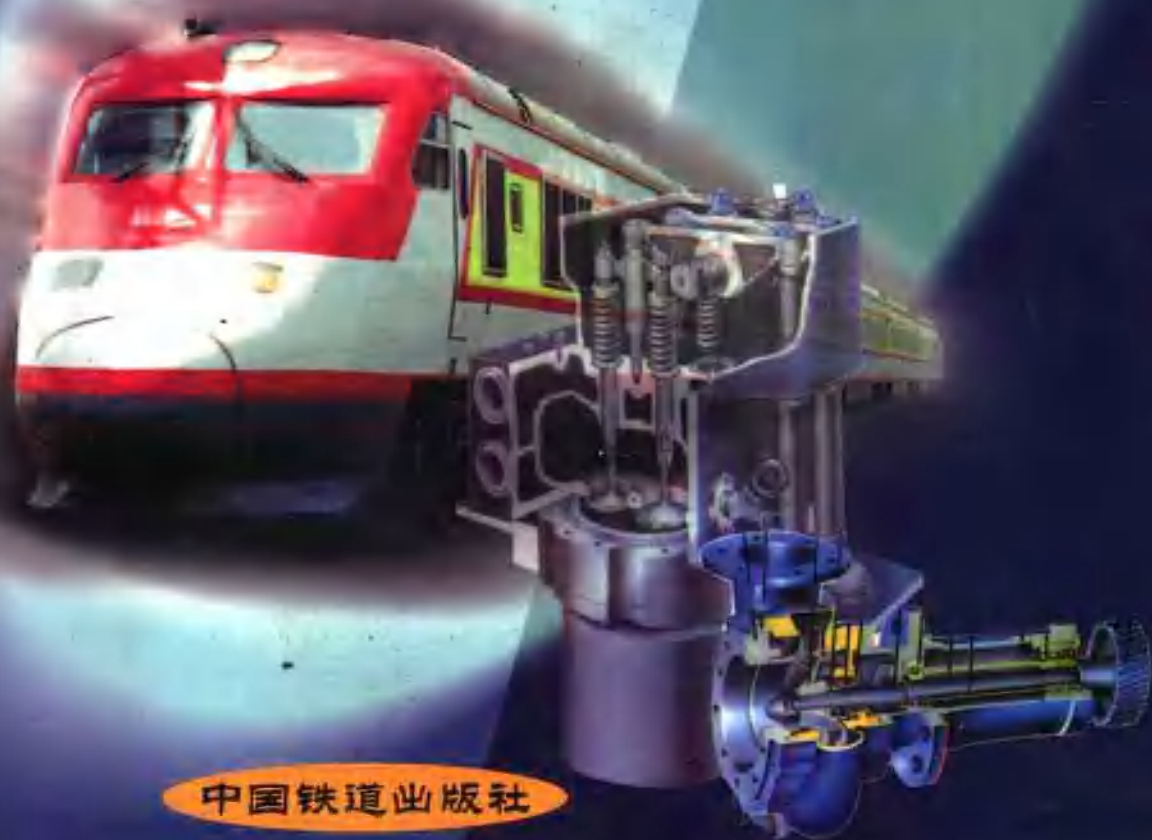


中等专业学校教材

内燃机车 检修

沈阳铁路机械学校 王连森 主编



中国铁道出版社

中等专业学校教材

内 燃 机 车 检 修

沈阳铁路机械学校 王连森 主编

沈 阳 机 务 段 甘 颜 立 主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2000年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书是在原中等专业学校试用教材《内燃机车检修》的基础上,根据 1998 年修订后的中等专业学校“内燃机车检修”课程教学大纲而重新编写的。全书主要介绍内燃机车检修的基本理论,内燃机车柴油机、转向架、牵引电机、电器等主要零部件的损伤形式、原因分析、检修方法,以及内燃机车总组装、水阻试验和机车试运转等方面的知识。

本书为中等专业学校内燃机车专业的教材,也可供铁路司机学校、铁路成人中等专业学校、铁路高等职业技术学校(院)学生以及内燃机车检修工厂、机务段的检修人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

内燃机车检修/王连森主编. —北京:中国铁道出版社,2000.8
中专教材
ISBN 7-113-03223-0

I. 内… II. 王… III. 内燃机车-车辆检修-专业学校-教材 IV. U269.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 43495 号

书 名:内燃机车检修
作 者:沈阳铁路机械学校 王连森
出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街 8 号)
责任编辑:赵 静
封面设计:马 利
印 刷:中国铁道出版社印刷厂
开 本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:392 千
版 本:2000 年 9 月第 1 版 2000 年 9 月第 1 次印刷
印 数:1~5000 册
书 号:ISBN 7-113-03223-0/U·886
定 价:20.10 元

版权所有 盗印必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

前 言

本书是根据修订后的全路中专内燃机车专业“内燃机车检修”课程教学大纲编写的,教学时数为 105 学时。根据教学大纲的规定,本书阐述了内燃机车检修工艺的基本理论、内燃机车典型零部件损伤特征及检修工艺方面的基本知识。

全书共分六章。第一章为内燃机车检修基础,主要阐述内燃机车零件的损伤规律,内燃机车检修制度及检修工艺的基本理论,内燃机车零件检修工艺的基本理论;第二章为内燃机车柴油机的检修工艺;第三章为内燃机车转向架的检修工艺;第四章和第五章分别为内燃机车电机、电器的检修工艺;第六章为内燃机车总组装、试验及试运转方面的知识。

在编写过程中贯彻“少而精”的原则,内容上力求“简明易懂、深入浅出”,注重培养学生的实作能力。由于课程内容有较强的实践性,所以教材中介绍的一些工艺方法,基本取自国内铁路生产现场的实际情况。同时对国内外的一些先进技术与工艺方法,也作了一些介绍。书中每章都附有复习思考题。

本书由沈阳铁路机械学校王连森主编,沈阳机务段甘颜立主审。参加本书编写的人员有:北京铁路机械学校李秀兰(第一章第二节、第三节、第四节及第二章第十节);广州铁路机械学校梁才(第二章第二节至第九节);兰州铁路机械学校王润国(第三章、第六章第一节);沈阳铁路机械学校周志敏(第四章);郑州铁路机械学校毛乾亚(第五章、第六章第二节及第三节);沈阳铁路机械学校王连森(绪论、第一章第一节、第二章第一节、第十一节、第十二节)。

本书在编写及审稿过程中,得到了全路中专机车专业教学指导委员会、全路各同类专业学校、戚墅堰机车车辆工厂机车分厂及沈阳机务段技术室的大力帮助,在此表示诚挚的感谢。

编 者
2000 年 8 月

目 录

绪 论	1
复习思考题	3
第一章 内燃机车检修基础	4
第一节 内燃机车零件的损伤	4
第二节 内燃机车的修理制度	16
第三节 内燃机车的修理工艺	24
第四节 内燃机车零件的修理工艺	44
复习思考题	55
第二章 内燃机车柴油机的检修	56
第一节 柴油机主要零部件的损伤与故障	56
第二节 机体的检修	72
第三节 气缸套的检修	78
第四节 气缸盖与气门的检修	81
第五节 活塞连杆组的检修	83
第六节 曲轴与凸轮轴的检修	91
第七节 涡轮增压器的检修	96
第八节 喷油泵与喷油器的检修	102
第九节 联合调节器的检修	110
第十节 机油和冷却水系统的故障、检查及保养	121
第十一节 柴油机总组装	125
第十二节 柴油机的试验与调整	134
复习思考题	144
第三章 内燃机车转向架的检修	146
第一节 构架、旁承及牵引杆装置的检修	146
第二节 轴箱的检修	151
第三节 轮对的检修	157
第四节 车钩及缓冲装置的检修	163
第五节 油压减振器的检修	166
复习思考题	169

第四章 内燃机车电机的检修	171
第一节 概 述.....	171
第二节 电机的解体与清洗.....	172
第三节 电机电枢绕组的检修.....	175
第四节 电机磁极的检修.....	183
第五节 电机绕组的浸漆.....	187
第六节 电机机械部分的检修.....	190
第七节 电机的组装与调整.....	199
第八节 直流电机的试验.....	201
复习思考题.....	206
第五章 内燃机车电器及蓄电池的检修	208
第一节 有触点电器的检修.....	208
第二节 无触点电器的检修.....	213
第三节 蓄电池的检修.....	219
复习思考题.....	224
第六章 内燃机车总组装、水阻试验及线路试运转	225
第一节 内燃机车总组装.....	225
第二节 内燃机车水阻试验.....	234
第三节 内燃机车线路试运转.....	243
复习思考题.....	244
参考文献	245

绪 论

一、内燃机车检修工作的重要意义

我国的铁路运输事业中,内燃机车是主要的牵引动力之一。内燃机车的运用条件较差,牵引负荷较大,运行速度快,连续运行的里程长,而其自身结构又非常复杂,经过一段时间的运用,机车各个零部件必然会发生一定程度的损伤,例如机械装置会出现零件的磨损、联接件的松旷、密封件的失效等,电气装置还会出现电器触头接触不良、绝缘老化等。这些情况的出现,需要及时地给予检修,以恢复零部件的技术状态,达到规程或标准的要求,使机车完好地运用。否则,机车将很快地出现各种严重影响运用或导致不能运用的损坏现象。

上述那种“及时的检修”,有一个根本的特点:对于损伤零部件的检修是预先进行的,而不是等到零部件损坏、不能再继续使用了才进行检修。这种“检修”称之为“计划预防修理”。本书“检修”的含义即基于此。

内燃机车检修工作有着十分重要的意义。

检修工作是为铁路运输服务的,是铁路运输事业的重要组成部分。因此,合理地组织内燃机车检修工作,为运输工作提供充足的、技术状态良好的机车,可以保证铁路运输的顺利进行,并且促进铁路运输事业的发展。

铁路行车安全是铁路各项工作的重中之重。内燃机车检修质量高,检修后的技术状态好,可以避免由此引起的列车行车事故,避免造成人员伤亡和巨大的经济损失。

机车检修质量高,可以提高铁路运输效率,避免由于机车发生临时故障,产生机破事故。

内燃机车检修工作经验的不断积累,内燃机车零部件的损伤与故障规律的总结,为改进和提高内燃机车设计水平、制造工艺水平及制定内燃机车检修制度,提高检修工艺水平提供可靠的依据,同时也为提高机车运用和保养水平打下基础。

二、内燃机车检修工作的现状及发展前景

我国内燃机车检修工作经历了一个发展速度较快的过程。目前,全路已形成了由大修工厂和机务段组成的完整的内燃机车检修体系。

在生产组织方式上,采用专业化、集中修原则。其特点是健全检修管理机构 and 各项管理制度,科学、高效、有序地指挥生产。坚持按范围、按“机统一28”及机车状态、按规定技术要求、按工艺(简称“四按”)和程序化、文明化、机械化(简称“三化”)施修。

在机车检修质量方面,制定了厂、段修规程和内燃机车检修工艺规程,统一了内燃机车检修和验收标准。内燃机车检修工作在标准化方面达到了一定水平。

在检修制度方面,采用“计划预防修理”制度。考虑到全路各铁路局运用内燃机车实际条件的差异性,允许各铁路局实行“弹性周期计划修”。

计划预防修理是对机车进行预防性的、有计划的定期检修。如果一台机车的零部件运用到损坏以后才进行检修,其检修时间必然很长,检修费用很高,有些重要的零件甚至因无法修

复而导致报废。但是这种检修制度是根据机车走行公里或运转时间来确定修程,并未考虑机车不同牵引重量(如客运还是货运)、不同的线路条件和不同的地域状况,即机车是在不考虑实际技术状态下进行检修的,有些机车按其实际技术状态需要检修,但仍在运用;有些机车按其实际状态仍可运用,却进行了检修,造成了浪费。“弹性周期计划修”是针对上述情况而产生的。各个铁路局可根据本局机车的实际运用条件,制定出适合本局的恰当的检修周期。

近几年来,随着机车故障诊断技术的兴起与发展,内燃机车检修业出现了一种新的检修制度——“机车状态检修”。它根据机车实际情况来确定检修时机,即利用故障诊断技术设备,在机车运用中或在不解体情况下测取有关参数,采用信息处理技术进行分析,同已制定的技术标准进行比较,对机车技术状态进行准确判断。这种检修制度可以充分发挥机件的潜力,减少检修工作量,具有很好的发展前景。铁道部已提出一个带有方向性的意见:采用诊断技术,扩大状态检修成分。要达到这个目的,就必须有计划、有目的的组织开展对机车关键件、主要部件、总成和机件故障诊断技术研究和诊断装置的研制,在产品设计上设立相应的传感器接口,逐步实现新制出厂机车的统一配置测试点和诊断装置。

三、内燃机车检修的任务及主要工作内容

内燃机车检修的主要任务是:消除零、部件的损伤,恢复其工作性能,使机车保持良好的技术状态,以满足铁路运输的需要。

内燃机车检修的主要工作内容是:

- (1)系统地研究、分析机车零件的损伤规律;
- (2)制定正确的检修制度,确定各修程和检修范围;
- (3)合理地规定机车检修的技术条件和质量要求;
- (4)选择先进、经济的检修方法、检修技术和检修工艺。

四、课程的性质、目的和学习方法

“内燃机车检修”是内燃机车专业的专业课程之一,是研究内燃机车检修理论、内燃机车零部件检修工艺的一门课程。

学习本课程的目的是掌握内燃机车检修的基本理论知识和基本的实际操作技能,为胜任内燃机车的检修工作打下坚实的基础。为此,本课程提供了以下知识:

- (1)内燃机车检修基础理论知识;
- (2)内燃机车柴油机检修工艺;
- (3)内燃机车转向架检修工艺;
- (4)内燃机车电机、电器检修工艺;
- (5)内燃机车总组装及水阻试验、试运转知识。

讲述知识的同时,强调了操作技能的训练,以培养操作能力。

“内燃机车检修”是一门与生产实践紧密联系的课程,学习本课程必须采用理论与实际相结合的方法。学习检修理论时要结合实际,明确理论的用途及对生产的指导意义。学习具体零件的检修工艺和方法时,应加强现场教学,做到理论与实践融会贯通。在教学过程中应加强动手训练。

复习思考题

1. 做好检修工作有哪些重要意义？
2. 内燃机车检修工作的现状与发展前景如何？
3. 内燃机车检修的主要任务是什么？检修的主要工作内容有哪些？
4. 本课程的目的目的是什么？如何才能学习好本课程？

第一章 内燃机车检修基础

本章主要讨论内燃机车检修的基础知识。内燃机车检修的任务是消除各零部件在运用中产生的损伤,恢复其工作性能,使机车保持良好的技术状态,为了更好地掌握零部件的具体检修方法与工艺,必须先掌握好机车检修的基础理论知识。

第一节 内燃机车零件的损伤

机车在运用过程中,其技术状态,随着走行公里数的增加而逐渐变坏,达不到预定的工作性能,就是说机车发生了故障。

内燃机车发生故障的主要表现是:

- (1)动力性能下降——柴油机不能发出预定的功率,机车牵引力下降;
- (2)经济性能下降——柴油机气缸内燃烧不良,燃油与机油消耗增加;
- (3)可靠性能下降——如电气部分绝缘老化、击穿,造成短路,导致动作失误,影响正常行车;再如机械部分配合间隙加大,联接松动,产生冲击振动,可能引起零件的断裂,甚至危及行车安全。

机车故障反映的是机车设备或部件性能的丧失,具有宏观性。机车故障产生的原因是零件的损伤。内燃机车零件损伤的形式通常有5种:磨损、蚀损、断裂、变形、电气损伤。

内燃机车零件产生损伤的原因是各种各样的,但按其性质可概括为两类:

(1)自然损伤——一台技术状态良好的机车,经过长期正确地运用,机车零件仍然会由于正常磨损、腐蚀、疲劳和变形等原因而逐渐损伤。由于这些不可避免的原因引起的损伤,称为自然损伤。随着机车设计、制造、运用、保养和检修水平的不断提高,机车零件的自然损伤必然会延缓。

(2)责任损伤——由责任原因造成的,包括设计不合理、制造与检修工艺不当,运用保养不良等。

本书中主要介绍零件的自然损伤。

一、零件的磨损

大量的统计分析表明,导致机械设备产生故障的主要原因是摩擦副的磨损。机车零件的检修与更换主要是由于磨损的原因,因此研究磨损、提高零件的耐磨性,对于提高机车工作的可靠性、延长机车零件的使用寿命、节省检修费用都具有重要意义。

磨损是指互相接触的物体做相对运动时,工作表面的材料逐渐损耗的现象。磨损的快慢以磨损速度或磨损强度来衡量。磨损速度是指单位时间或单位距离的磨损量,磨损量可以用零件的几何尺寸或零件质量的变化来表示。工程上常以单位工作时间内,垂直于摩擦表面的尺寸减小量来计算。机车零件通常以单位运行公里尺寸的变化量来表示。

(一) 摩擦与磨损

1 摩擦

摩擦和磨损是既有联系又有区别的两个概念。互相接触的物体做相对运动时发生阻力的现象称为摩擦。摩擦与磨损是相伴发生的,磨损是摩擦的结果。

磨损速度与零件的材料、表面性质和表面状态有着紧密的关系。根据零件摩擦表面的状态,摩擦可分为干摩擦、液体摩擦、边界摩擦和混合摩擦4种形式。

(1) 干摩擦

摩擦表面之间没有润滑剂,固体直接接触的摩擦为干摩擦。如轮箍与钢轨的摩擦、制动时闸瓦与轮箍踏面的摩擦。干摩擦时,摩擦系数高达0.1~0.7,带来的磨损是极其严重的。干摩擦可分为干滑动摩擦和干滚动摩擦。

① 干滑动摩擦的摩擦力:

$$F = f \cdot N \quad (N)$$

式中 f ——滑动摩擦系数;

N ——正压力(N)。

② 干滚动摩擦的摩擦力:

$$F = \lambda \cdot N / R \quad (N)$$

式中 λ ——滚动摩擦系数(cm);

N ——正压力(N);

R ——滚子半径(cm)。

λ 与 N 、 R 及滚动速度无关,仅与材料表面状态有关,如铸铁对铸铁时, $\lambda = 0.5$ cm;钢质车轮对钢轨时, $\lambda = 0.05$ cm。

(2) 液体摩擦

液体摩擦是指摩擦表面之间完全被连续的润滑油膜所隔开,载荷的传递通过油膜实现的摩擦。如各种型式的流体动力润滑轴承(滑动轴承、止推轴承),再如有润滑的齿轮啮合副,都属于液体摩擦。液体摩擦时摩擦系数很小,通常为0.001~0.01,几乎不产生磨损。形成液体摩擦的关键是要形成油膜。形成油膜需具备三个条件:零件表面有油楔的几何形状;供应充足的具有一定粘度的机油;两零件相对运动,其运动方向驱使机油从油楔大端流向小端。同时油膜厚度最小值大于两工作表面圆柱度、圆度及微观不平波峰之和。油膜的厚度与机油的粘度、相对运动速度、载荷有关系。一般运动速度高、机油粘度大易形成油膜,载荷大则不易形成。

(3) 边界摩擦

两摩擦表面之间仅由一层极薄的油膜所隔开的摩擦。通常厚度在0.1 μ m以下。这种情况一般是由于载荷突然增大或相对运动速度突然下降,或者由于润滑油温度过高,粘度下降等原因所致。边界摩擦时,金属表面凸起部分接触,由于润滑油具有较强的吸附能力,会在它们之间形成极薄的吸附油膜,从而防止了两金属的直接接触,使摩擦力大为减少,但会引起凸起部分的变形及吸附油膜被划破的可能。

(4) 混合摩擦

摩擦表面上,液体摩擦、边界摩擦、干摩擦三种形态混合存在的摩擦称混合摩擦。在机件运转中,这种摩擦形式广泛存在。它有两种情况:

① 半液体摩擦

同时存在边界摩擦和液体摩擦的情况称为半液体摩擦。摩擦性质由边界摩擦与液体摩擦

所占比例而定,但趋向于液体摩擦。

②半干摩擦

同时存在边界摩擦和干摩擦的情况称为半干摩擦。摩擦性质由边界摩擦与干摩擦所占的比例而定,但趋向于干摩擦。

各种形式的摩擦系数如图 1-1 所示。

在上述各种摩擦形式中,干摩擦由于金属直接接触,因此零件表面的磨损是相当剧烈的。边界摩擦由于金属不直接接触,不会产生磨损,但必须指出,在高温或重载下吸附油膜会失去结合力或划破,导致金属直接接触而引起磨损。液体摩擦不会引起磨损,但在实际工作中液体摩擦只能在高速运转时形成。任何机器总有起动、停车及冲击振动的情况,这时液体摩擦的条件即被破坏,边界摩擦、混合摩擦势必发生,而产生磨损。

2. 磨损机理

摩擦时引起的磨损情况是一个很复杂的问题,它是一系列物理、化学、机械性能现象的综合。就磨损过程而言,一般认为包含三个进程:一是摩擦表面的相互作用;二是摩擦表面层性质的变化;三是表层被破坏。

关于磨损机理,一般认为主要是由于表层金属的直接接触而产生的机械作用和分子作用。

由于摩擦表面存在一定的粗糙度,受正压力后,表面凹凸部分互相嵌入(图 1-2)。各凸体部分的强度、高度、方向是不相同的,嵌入的深浅也不同。当表面相对切向位移时,嵌入浅的发生弹性挤压,嵌入深的发生塑性挤压,这样经多次重复后,塑性变形的金属向滑动方向伸长,造成晶格扭曲、晶体滑移和破碎,使部分金属强化或冷作硬化成脆性物质从表层脱落。

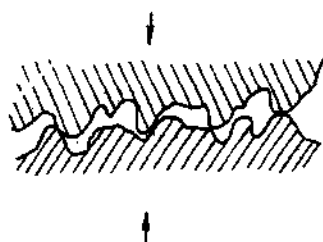


图 1-2 摩擦表面受压时互相嵌入的情况

表面凹凸部分互相嵌入的同时,还产生分子的相互作用。当两个固体表面紧密接触时,分子之间的距离极其接近,便会出现分子吸引力,使表面互相吸引。当分子相互作用力很大,接触点又没有任何覆盖膜时,接触点上的金属原子进入原子晶格以内,互相扩散成为像固溶体一样,两点好像焊接了起来,这些点在压紧时,经塑性变形而形成冷作硬化,材料的强度比基体的还

高,因此相对移动时就发生深层撕扯现象。

在摩擦表面的直接接触区产生大量的热。温度过高时,材料在滑移方向会产生塑性流动,甚至使接触部位的金属软化,相互熔合在一起,增强了它们的互相作用过程。

3. 磨损形式

磨损是一个相当复杂的过程,上述的各种作用可能同时发生。但在一定条件下,磨损过程常只有一、两种因素起主导作用,从而形成相应的磨损形式。

(1) 磨料磨损

这种磨损形式是因为摩擦表面之间存在有硬磨粒,如砂粒、铁屑、积炭或磨损产物,在零件相对运动时由于磨料的嵌入作用,使金属基体产生显微塑变或被切削而形成的磨损,如气缸套内壁的拉伤以及喷油泵柱塞副的拉毛都属于这种磨损。

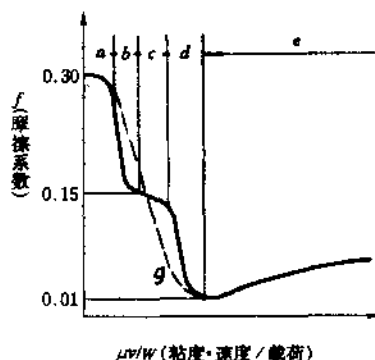


图 1-1 各种摩擦形式的摩擦系数

a—干摩擦; b—干摩擦与边界摩擦;
c—边界摩擦; d—边界摩擦和液体摩擦;
e—液体摩擦; g—混合摩擦。

磨料磨损的磨损强度很高。它与摩擦表面的材质、压力、相对速度和磨料的性质有关。零件有较高的表面硬度、光洁度,其抵抗磨料磨损的能力也较强。载荷和速度越高,磨损强度越大。

凸轮轴凸轮、曲轴轴颈和气缸套等零件,如果组装不良都可能产生这类磨损。

(2)粘附磨损

两摩擦表面当实际接触面积很小、应力很大时,接触点处金属产生塑变,使氧化膜破坏,呈现纯净金属面,摩擦表层彼此粘接。粘接部位在相对运动中被撕裂、强化,常常把强度较小的金属表层撕走,粘附到另一摩擦表面上。在扯走金属的部位易产生应力集中,逐渐形成显微裂纹,引起疲劳破坏。

粘附磨损常发生在压力大、润滑条件差、相对速度高的情况下。粘附磨损会使摩擦表面带来严重的磨损,它的继续发展还会导致咬死,如抱轴、抱缸现象。

(3)疲劳磨损

疲劳磨损产生于载荷较大的滚动摩擦配合中,主要是由于接触疲劳所引起的,是一种表层脱落或剥离现象。如常见的滚动轴承滚动体、外圈产生的麻点,齿面和轮箍踏面的剥离现象。

影响疲劳磨损强度的因素是:接触表面的压力、载荷循环次数、零件表面抵抗挤压变形的能力、强化层的厚度、疲劳强度极限等。

(4)氧化磨损

在摩擦过程中,氧吸附在摩擦表面上,并向表层内扩散。接触面表层由于显微塑性变形的金属易与气体分子作用形成氧化膜。氧化膜能防止粘附磨损,抗磨性好,但是当氧化膜较厚时,则易被扯碎从表面脱落,形成磨损。

氧化磨损的磨损速度最小。它与压力大小有密切关系,压力愈大,氧化磨损愈严重;有振动载荷时,氧化膜容易破坏加速磨损;相对速度较高时,氧化磨损将转变为以摩擦热为主的粘附磨损。

在以上4种磨损形式中,氧化磨损可以认为是容许的磨损形式。而其他磨损形式均有磨损速度大、摩擦系数高、表面出现粗糙条纹等缺点,是非正常磨损,我们应该设法避免。

(二)机车零件与配合的磨损规律

磨损是摩擦的产物,不同的摩擦形式会产生不同的磨损量。尽管总希望零件摩擦是液体摩擦,但在机车实际运用中是做不到的。机车工作时,总要经历起动和停车两个过程,零件就不可避免地要经历由于摩擦到其他摩擦形式的过程,从而增加磨损。

实践表明,机车上各零件在润滑状态比较好的情况下,由于起动—运转—停车过程的影响(且不计其他因素的影响),其磨损规律如图1-3所示。零件的磨损量 μ 随时间 t 的变化规律称为零件的磨损特性,由此形成的曲线称为磨损曲线。图中:

曲线0—2段为起动阶段,其中0—1段为干摩擦阶段,1—2段转入混合摩擦阶段;

曲线2—3段为运转阶段,零件处于液体摩擦状态;

曲线3—5段为停车阶段,其中3—4段转入混合摩擦阶段,4—5段为干摩擦阶段。

在机车整个运用过程中,由于各零件的起动—运转—停车的过程是多次发生的,因此零件在整个机车运用过程中的磨损曲线将由许多如图1-3所示那样的曲线所组成。图1-4即为零件在整个机车运用过程中的磨损曲线。从图1-4中可以看出,零件的磨损—损坏过程有三个明显阶段。

第一阶段(曲线AB):零件处于刚开始运转的较短时间内,由于零件表面经过加工后,总

存在表面粗糙度,此时摩擦系数 f 值也较大,因而发生较强烈磨损。图上曲线 AB 段的仰角较大,表明磨损速度较快。在这一阶段内,零件工作表面经过一段时间的磨损,相互之间的配合间隙由制造时的原始状态过渡到比较稳定的状态(此时的间隙即达到所谓的设计间隙),因而磨损速度也逐渐下降。零件的磨损量由 A 值增至 B 值,曲线逐渐平坦,转入第二阶段。通常这一阶段称为零件的磨合阶段。

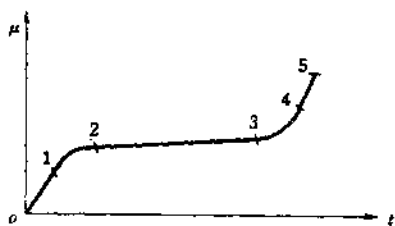


图 1-3 零件磨损曲线
(起动—运转—停车三个阶段)

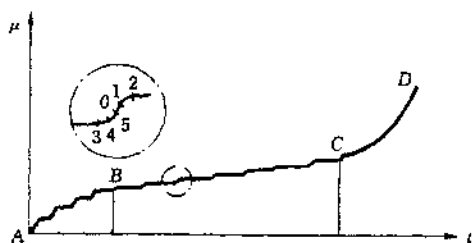


图 1-4 零件在整个机车运用
过程中的磨损曲线

第二阶段(曲线 BC):零件经过第一阶段磨合后,零件的磨损开始比较缓慢,在相当长的时间内磨损量增加的速度也比较慢。此时磨损均匀增加。这一阶段称为零件正常磨损阶段,其磨损属于正常磨损。

第三阶段(曲线 CD):零件在正常工作阶段不断磨损,当磨损量逐渐增大到 C 点时,即发生一个由量变到质变的突然变化过程,造成配合间隙过大,引起较大的冲击和振动;同时,零件的润滑条件也变得恶化,最后促使零件的磨损速度急剧增加,直至导致零件破坏。因此 C 点称为零件的极限磨损(此时配合副的间隙达到极限间隙)。

图 1-4 的磨损量 μ 也可用配合间隙 S 来代替,运用时间可用机车走行公里数 K 来代替,并画成平滑曲线,改制成如图 1-5 所示的曲线。图中 oa 为制造间隙, ob 为设计间隙, oc 为极限间隙;而 oc' 则为极限走行公里。

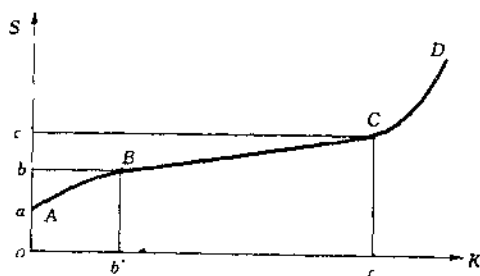


图 1-5 改制后的磨损曲线

(三)影响磨损速度的主要因素

影响磨损速度的因素有以下三方面:

1. 工作条件

它是决定磨损形式和磨损速度的基本因素,包括摩擦类型、相对速度和载荷。

(1)摩擦类型

摩擦类型对表层的塑性变形特性有直接影响。滚动摩擦引起疲劳磨损;滑动摩擦倾向引起粘附磨损。

(2)速度和载荷

当摩擦条件一定时,摩擦表面的温度随速度增高而提高。当温度达到 $150 \sim 200^\circ\text{C}$ 时,摩擦表面油膜遭到破坏,摩擦类型变为干摩擦。

在所有情况下,载荷增加了,都将使磨损速度增加,当载荷增加到一定值时,磨损会突然变成粘附磨损。此外,冲击载荷也会使磨损加剧。

2. 表面间介质

包括润滑油、磨料和气体等。润滑油能使摩擦表面不产生干摩擦,同时还有散热和排除异物作用。润滑油的性质对磨损过程有很大影响,它应具有适当的粘度、油性或化学稳定性,不含酸类和机械杂质。

3. 表面情况

包括加工质量、金属材质、表面硬度和热稳定等。加工质量良好,能加速磨合过程,减少磨合时的磨损量,从而减少摩擦副的初间隙,延长配合寿命。下面以表面粗糙度和加工精度来说明。

表面粗糙度:表面粗糙度与零件耐磨性之间有一定的关系,零件表面粗糙度过低或过高均使磨损速度上升。每一种载荷下有一个最合适的粗糙度,其磨损量最小。表面粗糙度过低反而使磨损速度上升的原因是:工作表面过分光滑不能很好地贮油和形成油膜。

加工精度:精度过低会使摩擦面上载荷不均匀,或产生冲击,引起不正常磨损,造成磨损速度过快。如轴颈圆度、圆柱度不符合要求,造成轴颈与轴瓦接触不均。

金属材质与表面硬度对磨损也有十分重要的影响。零件的表面硬度越高,耐磨性越好。

(四)降低磨损速度的方法

1. 提高摩擦表面硬度

对于承受冲击载荷的零件,为使其即有较高的硬度又有较好的冲击韧性,一般采用表面处理的方法来降低磨损速度。如渗碳、渗氮、淬火、滚压强化、喷丸强化等。

2. 恰当地选择耐磨材料

在摩擦副的机件中,对较复杂、昂贵的机件一般应选择优质和耐磨的材料制造、对与其相配合的机件应选用软质材料,即减摩材料制造。如曲轴与轴瓦。

另外,在零件表面覆盖一层耐磨金属也是常用的减摩措施,覆盖的方法可以是电镀或喷涂等。

3. 合理采用润滑剂

条件允许时,应尽量使零件处于液体摩擦状态,为保证液体摩擦的条件,要注意润滑油的质量、密封条件及供油的压力。

4. 保证零件表面的低粗糙度和高精度

零件新制或修理时要使表面粗糙度和精度达到技术要求,互相配合的零件要使间隙符合技术要求。

二、零件的蚀损

金属零件的蚀损包括零件的腐蚀和零件的穴蚀。

(一)零件的腐蚀

金属和周围介质发生化学作用或电化学作用而造成的损伤,叫做腐蚀。腐蚀的结果,使金属表面的成分、性质、尺寸和形状发生了变化,缩短了金属零件的使用期限。

1. 腐蚀机理

腐蚀按其机理可以分为两类:化学腐蚀和电化学腐蚀。

(1)化学腐蚀

化学腐蚀是金属和外部介质直接起化学作用,不产生电流,同时腐蚀产物生成于反应表面的损伤过程。

产生化学腐蚀必须有腐蚀介质存在。例如润滑油中含有的酸、碱杂质。润滑油在使用过

程中被氧化而产生有机酸,这些有机酸会腐蚀金属零件,对铅青铜合金的轴瓦腐蚀特别大。

高温情况下,即使没有腐蚀介质,金属也能和空气中的氧介质作用,产生腐蚀。

化学腐蚀的程度,决定于腐蚀后在金属表面形成的膜的性质,不同金属形成的膜是不同的。如钢、铁被腐蚀后,形成一层疏松的膜,腐蚀介质能缓慢地渗透疏松的膜,继续腐蚀金属;又如铝、不锈钢等金属被腐蚀后,会产生一层坚硬的膜把介质隔开,使腐蚀停止。

(2) 电化学腐蚀

电化学腐蚀,是金属和电解液起电化学作用的损伤过程。电化学腐蚀有电流产生,阳极金属被腐蚀,同时腐蚀产物并不完全覆盖于零件表面。

电化学腐蚀远比化学腐蚀来得普遍和严重。电化学腐蚀机理,为原电池作用原理。如图 1-6 所示。将一块锌板和一块铜板插入稀硫酸溶液中,如果用导线在溶液外部把两金属板连接起来,那么导线上就有电流通过,上述实验组成一个原电池(电源)。锌比铜活泼,因而被分解、腐蚀。锌离子进入溶液,并且每个锌原子的两个电子留在锌板上(负极),电子通过导线向铜板流动,这里这些电子与硫酸中的氢离子结合,生成氢气逸出。不活泼的金属(铜)成为正极(阴极),较活泼的金属(锌)成为负极(阳极)。

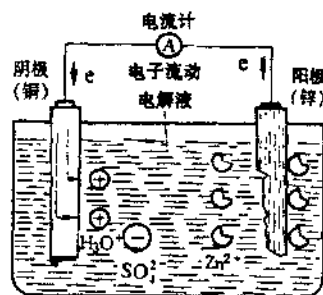


图 1-6 电化学腐蚀机理

综上所述,产生电化学腐蚀必须具备的条件是:

- ①有电解液;
- ②两种金属或同一种金属两部分之间存在电位差;
- ③电解液覆盖金属。

酸、碱和盐类物质的水溶液都是电解液。大气中含有水汽和其他物质,如二氧化碳、二氧化硫等在金属表面上的吸附膜也形成了电解液。

有了电解液,还须有电位差才能形成电流,产生电化学作用。电位差经常存在。例如不同的金属或同一金属具有不同的组织结构,那么在电解液中就形成不同的电位,产生电流,导致阳极金属溶解,即腐蚀。又如金属零件各部分具有不同的应力时,应力大与应力小的两部分金属之间存在电位差,使应力大的部分被腐蚀。



不同金属成分的晶界之间的晶间腐蚀

图 1-7 铁的电化学腐蚀

钢的基体是铁,而碳化铁是其中的一个成分。铁比碳化铁活泼,为阳极。金属表面有吸附水膜(含有 SO_2 、 CO_2 等)。这样在金属表面形成了许多原电池。铁为阳极,碳化铁为阴极,这些电极本身是一块金属,自然形成导线,把两极连接起来。阳极(铁)上的电子流向阴极(碳化铁)面形成电流,铁受到腐蚀。

2. 影响零件腐蚀的因素

(1) 金属的特性

金属的抗腐蚀性,与金属的标准电位、化学活动性有关。金属的标准电位越低,化学活动性就越高,就越容易腐蚀。但有些金属例外,如镍、铬,它们的表面能生成一层很薄的致密的氧化膜,具有很高的化学稳定性,因而具有很高的抗腐蚀能力。

(2) 金属的成分

金属中杂质越多,抗腐蚀性越差。一般钢中都含有石墨、硫化物、硅化物等,它们的电极电位都比铁高,所以易形成电化学腐蚀。

(3) 零件的表面状况

零件的外表形状越复杂、表面越粗糙,越易吸附电解液而形成电化学腐蚀,抗腐蚀能力越差。

(4) 温度

温度越高,金属和腐蚀介质化学活动性越强,则腐蚀速度越快。

(5) 环境

气温高、相对湿度大的环境,会加剧腐蚀。温度变化大的地区,由温度变化引起的凝露现象,也加速腐蚀。

3. 减轻腐蚀危害的措施

减轻金属腐蚀有重要意义,可以减轻经济损失和延长设备的使用寿命。

(1) 合理选材

即根据使用环境要求,选择合适的材料。如选用含有镍、铬、铝等元素的合金钢,或在条件许可的情况下,尽量选取尼龙、塑料等材料。

(2) 覆盖保护层

这种方法是表面薄膜的形式附加不同的材料,使金属与腐蚀介质隔开,防止腐蚀。这是机车中常采用的防腐措施。

①金属保护层采用电镀、喷镀、熔镀等方法,在金属表面覆盖一层如镍、铬、铜、锡等金属或合金作为保护层。

②非金属保护层,常用的有油漆、塑料、橡胶等,临时性防腐可涂油或油脂。

③化学保护层,用化学或电化学方法在金属表面覆盖一层化合物薄膜,如磷化、发蓝、钝化、氧化等。

④表面合金化,如氧化、渗铬等。

⑤电化学保护,用一种比零件材料化学性能更为活泼的金属,铆接在零件上,使零件本身成为阴极,不发生腐蚀。

⑥采用通风、除湿等措施。

⑦采用缓蚀剂。

4. 内燃机车零件腐蚀简介

在内燃机车中,受到腐蚀的主要为柴油机零件。可分成以下几类:

(1) 同废气接触的零件

废气中含有硫的氧化物 SO_2 , 废气中的水蒸气在低温下凝结成水,二者作用生成硫酸,对有关零件产生腐蚀。例如缸套、喷嘴、增压器壳体。在高温状态下,金属能与气体中的氧直接作用而产生腐蚀。例如排气门、增压器、喷嘴环等。

(2) 同冷却水接触的零件

这类腐蚀主要是电化学腐蚀。如冷却单节和各种管道、水腔。

(3) 同润滑油接触的零件

随着润滑油运用时间的延长,润滑油受到污染,逐渐生成有机酸,硫化物等,对有关零件产生腐蚀作用。

对于以上各类受到腐蚀的零件,有的零件,腐蚀成为其主要的损伤形式;有的零件,腐蚀则