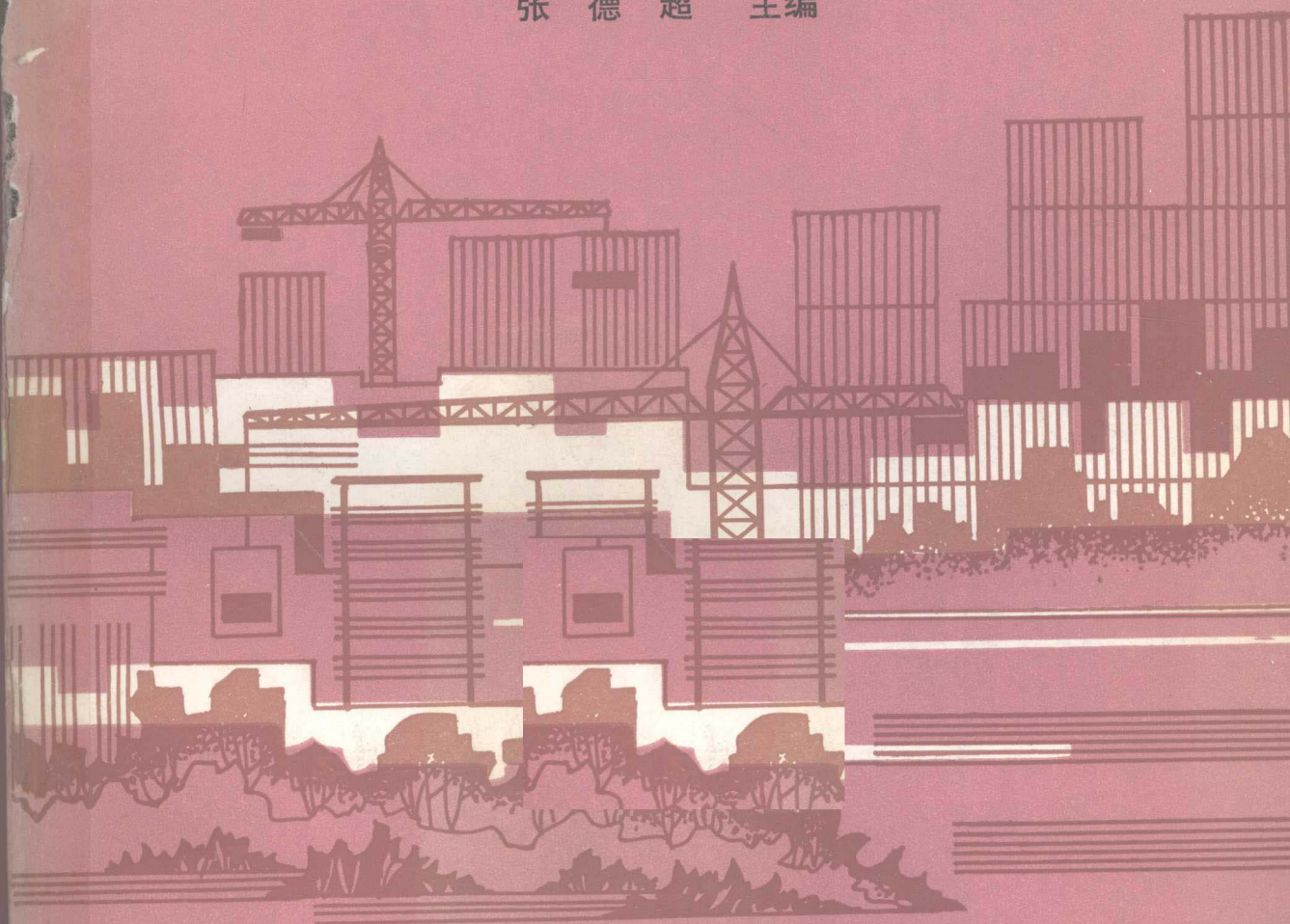


建筑企业专业管理人员岗位培训教材

建筑机械修理与管理

张 德 超 主 编



中国环境科学出版社

建筑企业专业管理人员岗位培训教材

建筑机械修理与管理

张德超 主编

内 容 简 介

本书为建筑企业机械管理人员的岗位培训教材。全书共分建筑机械修理与建筑机械管理两部分。建筑机械修理包括机械修理基础、发动机修理、大型建筑机械底盘修理和中小型建筑机械修理等；建筑机械管理包括装备管理、资产管理、使用管理、维修管理、经济管理和统计管理等。本书在讲述我国建筑企业目前修理与管理实际情况的同时，还介绍了建筑机械修理中的新技术和建筑机械管理改革的新动向。

本书既可作为建筑企业机械管理人员的培训教材，也可作为有关管理人员、技术人员和维修操作人员的工作参考用书。

建筑企业专业管理人员岗位培训教材

建筑机械修理与管理

张德超 主编

责任编辑 高速进

*

中国环境科学出版社出版发行

北京崇文区北岗子街8号

三河县宏达印刷厂印刷

*

1989年2月第一版 开本 787×1092 1/16

1992年6月第二次印刷 印张 34¹/₂ 插页 2

印数 7 501—12500 字数 803千字

ISBN 7-80010-245-9/G·049

定价：15.90 元

出版说明

本书为建筑企业专业管理人员岗位培训系列教材之一。整套教材共39种，由建设部人才开发司及远距离教育中心组织编写，供建筑企业质量检查员、计划员、安全员、预算员、统计员、财会员、定额员、机械管理员、材料员、劳资员等岗位培训使用。根据建设部制订的培训计划，岗位培训课程一般不超过10门，上述各类人员的培训教材，均在这39种之内。

这套教材是按经审定的教学计划及教学大纲规定的时数、内容及要求编写，并根据目前建筑企业生产的实际水平，注重实际能力的培养，与各岗位的需要紧密结合。在考虑脱产培训要求的同时，兼顾自学者的需要，各教材每章均附有小结、复习思考题及作业等。

这套教材采用法定计量单位和国家现行的规范和标准，对即将颁布的新规范和标准，凡已有报批稿或送审稿的，都予以收录。

专业管理人员的岗位培训在专业知识上要求达到中专水平，因此这套教材也可供全日制普通中专或职工中专选用。

在编审出版过程中投入了相当大的人力，谨向参加和支持我们工作的各机关、院校、施工和科研单位的同志致以谢意。

前 言

本书是按照建设部(87)城干教字第57号文件精神,根据“建筑企业专业管理人员岗位培训教材教学大纲审定会议”上拟定的编写大纲编写的,用于对建筑企业机械管理人员进行岗位培训的教材。

在本书编写过程中,注意了突出实践性、针对性和实用性,同时也注意介绍了修理新技术和建筑机械管理改革的新动向。为方便教学和便于自学,编写时尽量做到深入浅出,通俗易懂,并于每章后面附有小结、复习思考题与作业题。

本书由张德超主编。第一篇由吴胜年编写,第二篇由陈国章编写,第三篇由周英辉编写,第四篇由詹忠编写,第五篇由张德超编写。在编写过程中得到中建一局机械化施工公司、北京市机械施工公司等单位的大力支持,对此表示衷心感谢。

本书由中国建筑工程总公司董金瓯负责主审,建设部建筑管理局张文和与中国建筑第一工程局王时春参加了审阅,并为本书的编写提出不少宝贵的修改意见,在此一并表示感谢。

由于编写仓促及我们的水平有限,书中的缺点和错误在所难免,恳切希望读者批评指正。

编 者

1988年4月

绪 论

建筑业是国民经济的一个重要产业部门,在实现本世纪末我国工农业总产值翻两番、人民生活达到小康水平的进程中,建筑业对国民经济的发展和人民生活水平的提高都将发挥重要作用。

据测算,在今后十几年间,我国房屋建造总量约达165亿平方米,建筑业的任务繁重而又艰巨。要完成如此艰巨的任务,必须走建筑工业化、现代化的道路,大力推行建筑业的“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。在“三化一改”中,建筑施工机械化是其最重要的一个方面,它将关系到改变建筑业落后面貌的全局。

目前,我国的建筑施工机械化水平较前已有了很大改观,至1984年,我国国营建筑企业已拥有机械设备40余万台,机械设备原值达44亿元,净值达28亿元,比30年前的拥有量增长了28倍。由于建筑机械化程度的提高,使建筑工程的施工速度和工程质量都达到了较高的水平。但是,我们也应该看到,目前我国对建筑机械的管理水平还不高,表现为机械设备的完好率低、利用率低、效率低,修理成本高,机械设备的效能没有得到充分发挥,极大地影响了建筑施工机械化的进程。

为了加速建筑施工机械化的发展,提高机械设备的管理水平已成为当务之急。在机械设备“管、用、养、修”四个环节中,机械设备的修理和管理是很重要的两个环节,搞好机械设备的修理与管理,对于保持机械设备的完好状态、充分发挥机械设备的效能、提高机械设备的使用效益具有十分重要的意义。

建筑机械修理与管理这门课就是研究建筑机械具体修理方法和管理方法的一门专业课。本门课程主要讲述以下几个方面的内容:

- 1.机械修理基础。包括机械修理的理论基础、零件修复方法和通用零件的修理,主要讲述机械修理通用的基础知识。

- 2.大型建筑机械的发动机、底盘修理,以及中小型建筑机械的修理。主要讲述各种建筑机械的故障现象及其原因分析、主要零件的缺陷及其修复方法,整机的总装、调试及其验收规范等。

- 3.建筑机械管理。包括装备管理、资产管理、使用管理、维修管理、经济管理 with 统计管理,主要讲述机械设备从规划购置、使用维修到报废处理的全过程管理方法。

这门课程所涉及的知识面较为广泛,实践性很强,学习时既要注意掌握理论知识,更要注重实际技能的培养,才能成为既懂理论又会实践的全面人才。

目 录

绪 论	(VII)
第一篇 机械修理基础	(1)
第一章 机械修理的理论基础	(1)
第一节 机械技术状况的变化	(1)
第二节 零件的摩擦与磨损	(3)
第三节 零件的变形与断裂	(9)
第四节 零件的腐蚀与穴蚀	(12)
第五节 机械故障及排除	(15)
第二章 零件修复方法	(21)
第一节 机械加工及钳工修复	(21)
第二节 焊接修复	(26)
第三节 喷镀修复	(44)
第四节 电镀修复	(47)
第五节 压力加工修复	(49)
第六节 粘接修复	(54)
第三章 通用零件修理	(62)
第一节 轴的修理	(62)
第二节 轴承的修理	(65)
第三节 齿轮的修理	(68)
第四节 箱体的修理	(72)
第五节 液压系统的修理	(76)
第二篇 发动机修理	(101)
第一章 气缸体和气缸盖的修理	(101)
第一节 气缸体的修理	(101)
第二节 气缸盖的修理	(103)
第三节 气缸的修理	(105)
第二章 曲柄连杆机构的修理	(112)
第一节 活塞、活塞环的选配和修理	(112)
第二节 连杆的修理	(115)
第三节 曲轴的修理	(117)
第四节 滑动轴承的修理	(124)
第五节 曲柄连杆机构常见故障分析	(126)
第三章 配气机构的修理	(130)
第一节 气门座的修理	(130)
第二节 气门的修理	(130)

第三节	气门导管的修理	(132)
第四节	气门弹簧的修理	(133)
第五节	凸轮轴及正时齿轮的修理	(134)
第六节	配气机构的故障分析与排除	(136)
第四章	润滑系的修理	(139)
第一节	机油泵的修理	(139)
第二节	机油滤清器的修理	(141)
第三节	润滑系的故障与调整	(143)
第五章	冷却系的修理	(145)
第一节	冷却系的主要故障及检查	(145)
第二节	散热器的修理	(146)
第三节	水泵的修理	(147)
第四节	风扇、节温器的修理	(148)
第六章	柴油机供给系的检查与修理	(151)
第一节	精密偶件的检验与修理	(151)
第二节	喷油泵的试验与调整	(154)
第三节	喷油器的试验与调整	(158)
第四节	柴油机供给系的故障分析	(159)
第七章	汽油机供给系的修理	(164)
第一节	汽油泵的检查与修理	(164)
第二节	化油器的检修与调整	(165)
第三节	汽油机供给系的故障与分析	(169)
第八章	电器设备的修理	(172)
第一节	起动机的修理	(172)
第二节	发电机与调节器的修理	(175)
第三节	蓄电池的修理	(177)
第四节	汽油机点火系的故障分析与排除	(179)
第九章	发动机的总装、磨合与试验	(183)
第一节	发动机的总装与调整	(183)
第二节	发动机的磨合与试验	(186)
第三节	发动机的验收	(188)
第三篇	建筑机械底盘修理	(189)
第一章	离合器的修理	(189)
第一节	离合器常见故障及原因	(189)
第二节	离合器零件的修理	(193)
第三节	助力器与助力油泵的缺陷与修理	(197)
第四节	离合器的组装与调整	(199)
第二章	变速器的修理	(204)
第一节	变速器的故障及原因	(204)
第二节	变速器零件的修理	(208)
第三节	变速器操纵机构的修理	(211)
第四节	变速器的组装与调试	(212)

第三章 履带式机械后桥的修理	(217)
第一节 中央传动装置的修理与调整	(217)
第二节 转向离合器与转向制动器的修理	(221)
第三节 转向助力装置的修理	(225)
第四节 最终传动装置的修理	(227)
第四章 轮式机械驱动桥的修理	(221)
第一节 轮式驱动桥零件的修理	(231)
第二节 驱动桥的组装与试验	(233)
第五章 轮式机械转向系的修理	(235)
第一节 转向系的故障及其原因	(235)
第二节 转向系零件的修理	(237)
第三节 转向系的装配与试验	(242)
第六章 轮式机械制动系的修理	(249)
第一节 制动系常见故障及原因	(249)
第二节 轮式制动器的修理	(252)
第三节 制动系传动机构的修理	(257)
第七章 机架及行走装置的修理	(262)
第一节 机架的缺陷与修理	(262)
第二节 履带式行走台车的修理	(264)
第三节 履带与悬挂装置的修理	(273)
第八章 挖土机底盘的修理	(279)
第一节 传动系的修理	(279)
第二节 操纵系统的修理	(290)
第九章 工作装置的修理	(296)
第一节 工作装置的缺陷及原因	(296)
第二节 工作装置的修复	(298)
第四篇 中小型建筑机械修理	(305)
第一章 塔式起重机的修理	(305)
第一节 起升机构的修理	(305)
第二节 回转机构的修理	(312)
第三节 变幅机构的修理	(314)
第四节 行走机构的修理	(315)
第五节 金属结构件的修理	(316)
第六节 塔式起重机的试运转	(321)
第七节 液压顶升系统的故障分析与排除	(322)
第二章 混凝土搅拌机的修理	(339)
第一节 传动系统的修理	(339)
第二节 搅拌筒的修理	(332)
第三节 其他主要零部件的修理	(332)
第四节 混凝土搅拌机的检查与调整	(334)
第五节 混凝土搅拌机的总装与检验	(336)
第六节 混凝土搅拌机的试运转	(336)

第三章 钢筋切断机的修理	(339)
第一节 传动系统的修理	(339)
第二节 钢筋切断机的总装	(342)
第三节 钢筋切断机的试运转规程	(342)
第四章 蛙式打夯机的修理	(343)
第一节 蛙式打夯机的常见故障	(343)
第二节 夯头架的修理	(343)
第三节 传动装置的调整与修理	(344)
第四节 前轴装置与拖盘的修理	(345)
第五节 蛙式打夯机的整机检验	(346)
第五章 水泵的修理	(348)
第一节 水泵的常见故障	(348)
第二节 水泵主要零件的修理	(348)
第三节 水泵的检验	(349)
第五篇 建筑机械管理	(351)
第一章 建筑机械管理概述	(351)
第一节 建筑施工机械化	(351)
第二节 建筑机械管理的任务与内容	(353)
第三节 机械设备管理的体制与机构设置	(354)
第四节 机械设备管理责任制	(359)
第二章 装备管理	(363)
第一节 概述	(363)
第二节 技术装备政策	(365)
第三节 企业的装备结构合理化	(368)
第四节 装备规划的编制	(369)
第三章 资产管理	(377)
第一节 概述	(377)
第二节 机械设备的购置与验收	(378)
第三节 机械设备的分类与编号	(386)
第四节 机械设备的建帐、立卡与清点	(389)
第五节 机械设备的技术档案	(391)
第六节 机械设备的折旧与大修理基金	(393)
第七节 机械设备的封存保管	(400)
第八节 机械设备的调拨、处理与报废	(401)
第四章 使用管理	(407)
第一节 概述	(407)
第二节 “三定”制度	(407)
第三节 技术培训与技术考核	(411)
第四节 机械设备大检查与红旗设备竞赛	(415)
第五节 机械设备的经济使用	(419)
第六节 机械设备的技術使用	(421)
第七节 机械设备的油料使用	(426)

第八节	机械设备的正确使用	(439)
第五章	维修管理	(444)
第一节	概述	(444)
第二节	机械设备的损坏规律	(445)
第三节	计划预期检修制	(449)
第四节	机械设备的维修体制与机构设置	(459)
第五节	维修计划的编制与实施	(465)
第六节	保养工作的组织	(470)
第七节	大修工作的组织	(472)
第八节	修旧工作的组织	(481)
第九节	维修配件管理	(486)
第十节	机械设备维修制度的发展	(495)
第六章	经济管理	(503)
第一节	概述	(503)
第二节	技术经济定额	(504)
第三节	经济核算	(506)
第四节	机械设备的台班费	(510)
第五节	机械设备的单机成本	(514)
第七章	统计管理	(518)
第一节	概述	(518)
第二节	统计指标	(519)
第三节	统计内容与统计分析	(523)

第一篇 机械修理基础

建筑机械在使用过程中,随着运转台时的增加,其技术状况不断发生变化,使用性能也逐渐变坏,直至丧失工作能力。其原因大致可分为两大类:一类属于事故性原因,如使用不当或遇到意外事故;另一类属于不能完全防止的正常损坏原因,如磨损、腐蚀、非事故原因的变形断裂等。上述两种原因中,第一类原因只要建立和坚持遵守各项合理的规章制度,加强工作责任心,是可以避免的。第二类原因虽然不能完全避免,但只要对其规律有充分的认识,制订并采取相应的措施,合理组织机械技术维修(保养和修理),也可以减少它们的危害,延长机械使用寿命或及时恢复机械的技术性能,从而保证机械使用时的可靠性。本篇旨在探讨这种不可避免的损坏的一般规律,并给出常用的零件修复工艺和通用零件的具体修理方法。

第一章 机械修理的理论基础

第一节 机械技术状况的变化

一、机械的组成单元

一台建筑机械是由许多零件组成的,这些零件首先按其功能分别组合成各种合件、组合件和总成等装配单元,这些装配单元各自具有一定的作用,相互之间还有一定的装配关系。而一台完整的建筑机械则是成百上千个必要的装配单元的組合。

1. 零件 凡是不可拆卸的一个整体称为零件。它是机械的最基本的组成部分。根据其本身性质又可分为:

(1) 标准零件。俗称标准件,是各种机械通用的零件,如各种螺钉、螺栓、螺母、垫圈等。

(2) 专用零件。只局限用于某一部位的零件,它没有通用性,但在同一种类中具有互换性。如发动机的活塞、轴类零件、端盖等。

(3) 基础零件。俗称基础件,是专用或通用零件赖以组装成组合件或总成的基体。如发动机的缸体,变速箱的壳体等。

2. 合件 凡两个或两个以上零件组合成一体,起着单一零件作用的称为合件,如带盖的连杆,成对的轴承、衬瓦等。同样,又有基础合件之称,如镶有缸套的缸体等。

3. 组合件 凡由几个零件或合件装配在一起,它们之间有一定的相对运动关系,但

尚不能起到单独完成机构作用的装配单元称组合件。如活塞连杆组合、变速器盖组合等。

4. 总成 凡由若干零件、合件、组合件装配起来且能起一定的机构作用的装配单元称总成。按其机械上的工作性质又可分为：

(1) 主要总成 如内燃机总成、变速箱总成、转向器总成等。

(2) 辅助总成 如水泵总成、分电器总成等。

二、机械技术状况变化的现象和原因

性能良好的建筑机械随着使用台时的增加，到一定程度后，机械技术状况将逐渐变坏，工作特性失常，会表现出以下三种主要现象：

1. 动力性下降 一般指发动机功率下降、爬坡和牵引能力降低，加速时间和加速距离延长、工作装置能力降低等。

2. 经济性变坏 一般指能耗（燃油、润滑油、电能的消耗）增加。

3. 可靠性变坏 指在机械转动过程中出现异响、离合器打滑或严重发热、抖动、制动失灵、转向沉重等。需要停机管理的时间增长。

机械技术状况变化的主要原因是由于零件在使用过程中磨损，腐蚀和零件材料的疲劳损伤，使零件原有的尺寸、形状、精度、表面质量（光洁度和硬度）、弹性等发生变化，从而破坏了零件间的配合特性和合理的相对位置造成的。

三、机械零件损伤的分类

机械零件损伤按其产生原因可分为三类：

(一) 摩擦所造成的磨损

零件由于机械摩擦或摩擦与化学腐蚀的共同作用，在使用中逐渐磨损，使零件的尺寸、形状和表面质量发生变化，同时破坏了配合件的原有配合特性，使机械的技术状况变坏。如气缸——活塞环磨损使密封性降低，气缸压缩压力减小，可燃气体窜入曲轴箱导致发动机功率下降、润滑油消耗增加等。又如，当底盘传动系的齿轮、轴承、轴与衬套磨损后，传动阻力增加，使传动系发生异响或局部发热等。

根据磨损的类型可分为：

1. 均匀磨损 这种情况一般出现在正常磨损期内或单位面积负荷较轻的部位。

2. 不均匀磨损 这种情况一般出现在正常磨损期的后期或负荷较重的部位。

3. 划痕和凹痕 这种情况一般出现在配合间隙过大、配合表面质量严重破坏或夹入异物颗粒时。

(二) 零件的机械损伤

机械零件的机械损伤是零件在工作中受到强烈的冲击或超载而造成的损伤。由于冰冻而造成的气缸体胀裂也属机械损伤。对于受动载荷的零件，材料的疲劳是产生某些机械损伤的主要原因之一，它使零件产生表面疲劳破坏（脱皮）、疲劳裂纹以及疲劳折断等。

按类型分机械损伤可分为：

1. 裂纹、脱皮、断裂及破碎。

2. 弯曲、扭曲或翘曲变形。

零件的机械损伤往往会造成严重后果。例如，一颗小小螺丝的折断很可能导致其他零件的连锁性机械损伤，如及时发现和排除（如更换零件，取出碎落物），将在短时间内造成整个组合件乃至总成的损伤或报废。

（三）零件的化学——热损伤

零件的化学——热损伤表现在零件产生的热变形和表面凹斑。零件的热变形往往是由于受热不均、过甚或高温和外载荷共同作用而引起的。有些用铸造法生产的基础件存在较大的内应力，又没有进行有效的时效处理，使用中内应力释放而发生变形（如气缸体、变速箱体等）。零件的表面凹斑一般是由于零件表面局部高温、局部腐蚀或穴蚀所致。例如，发动机排气门与座孔密闭不良时，高温气体窜过气门杆与座孔的缝隙，将排气门的金属局部烧蚀而产生凹斑。又如，发动机的气缸套、油泵的油腔内也经常发现穴蚀造成的凹斑。

（四）其他损伤

其他损伤主要指建筑机械的事故性故障造成的零件损伤。造成这种损伤的主要原因有：（1）安装、装配、制造或修理质量差；（2）维修调整不正确；（3）使用不合理或违反操作规程；（4）运输不当或意外事故。这一类损伤大部分是人为造成的，只要认真加以防护，精心操作是可以避免的。

实践证明，多数零件的损伤是工作表面的损伤。在建筑机械的使用过程中，为了减少零件的磨损，及时发现可能产生的损伤，预防故障的发生，常采取定期检查、紧固、调整、润滑、防腐等预防性措施以保证机械技术状况的良好。在正常使用情况下，上述四类损伤中磨损是导致机械故障的主要因素。它是客观存在、不可避免的，但却可以依靠采取必要的措施降低磨损的速度，从而延长零件的使用寿命。因此，研究零件的磨损规律，在建筑机械的使用、保养和修理中都具有十分重要的意义。

第二节 零件的摩擦与磨损

一、零件的摩擦

（一）摩擦的实质

当两个物体的接触表面相对移动时，产生阻力的现象叫摩擦。这种阻力称为摩擦力。根据物理学研究的结论：摩擦与接触表面的性质有关，与正压力有关。

摩擦与磨损是相伴发生的。摩擦是一种物理现象，磨损是摩擦的结果。润滑（即改变接触表面的性质）是降低摩擦力，减少磨损的重要措施，三者之间有着密切的关系。随着科学技术的发展，摩擦、磨损与润滑的研究已形成一门新的基础学科，称为“摩擦学”或“润滑工程学”。

讨论摩擦的目的是要认识摩擦与磨损的关系，从而设法减少磨损，以延长零件的使用寿命。

就零件的接触表面而言,摩擦是由两个因素决定的:其一是克服两个接触面间不平处的机械咬合;其二是克服接触表面贴合处分子间的相互引力作用。



图 1-1 两摩擦表面接触

任何物体的表面都存在不平度,即使质量极好的抛光表面(俗称镜面),其凸出点的高度一般也不小于0.001微米。磨光表面的不平度有4~5微米。因此装合在一起的摩擦面将形成凸出点上的接触(图1-1),而凸出部分只占总面积的极小一部分(一般约1/100~1/1000),结果即使在不大的载荷作用下,接触表面也会产生弹性变形。因为这些接触点承受的单位面积压力很大,凸出点将产生相互压入和压平的现象。在相互压入的凸出点处,产生了机械咬合,而在相互压平的表面上,由于两接触面间分子间的距离很近,将产生较大的分子间引力。由此可见,在精加工表面上,零件以较大的面积接触,具有较大的分子间引力。在粗加工表面上,分子间引力较小,这时的摩擦主要是不平度上凸出点的机械咬合。

为了减少摩擦,必须避免零件摩擦表面的直接接触。通常用在两接触面间加入适量的、一定粘度的润滑油来达到这个目的。

(二)摩擦的分类

1.按运动特点分类

(1)滑动摩擦 在建筑机械中,滑动摩擦是应用最广泛的一种。如滑块导轨间、轴颈和油瓦间、气缸内壁和活塞环之间等的摩擦,都属于滑动摩擦。

(2)滚动摩擦 建筑机械上滚动摩擦应用也很广泛。如在滚动轴承中滚珠(柱、针)和轴承座圈承受面之间的摩擦、吊车回转机构的滚轮与支承表面之间的摩擦等,都属于滚动摩擦。但是,严格地讲,纯的滚动摩擦是不存在的,所以又引出第三种摩擦类型,即复合摩擦。

(3)复合摩擦 在实际零件中并不存在理想的刚体而难免存在有变形。故常常是滑动和滚动同时发生,这种摩擦称之为复合摩擦。最常见的复合摩擦是齿轮传动中齿啮合面间的摩擦和蜗轮蜗杆付啮合面间的摩擦。其他如前述滚动摩擦中吊车回转机构滚轮与支承表面间,由于载荷及零件加工时的不平与不圆,也常常在滚动摩擦的同时伴有滑动摩擦。

2.按润滑情况分类

(1)干摩擦 运动零件接触表面间完全没有润滑剂或其他介质的摩擦称干摩擦。如离合器摩擦片间的摩擦、制动蹄铁衬片与制动鼓之间的摩擦等。由上两例可见,干摩擦经常用于需要利用摩擦力的一些场合。另外,在有些无法润滑的场合也只好采用干摩擦,如履带机械履带链板的连接销与孔之间,便属于这种情况。

(2)液体摩擦 是指运动零件摩擦表面间被润滑油或其他润滑剂形成的润滑膜隔开,两摩擦表面不发生直接接触的一种摩擦。它由两部分组成:一是液体与零件表面间的摩擦,称外摩擦;一是液体本身内部分子间的摩擦,称内摩擦。由于液体摩擦以内摩擦

为主，而且很小，所以其摩擦力的大小与零件表面状态及材质等无关，产生的磨损也很小，因此得到了广泛的应用。液体摩擦的典型实例是发动机曲轴轴颈和轴瓦之间在正常运转时的摩擦（见图 1-2），现对其说明如下：

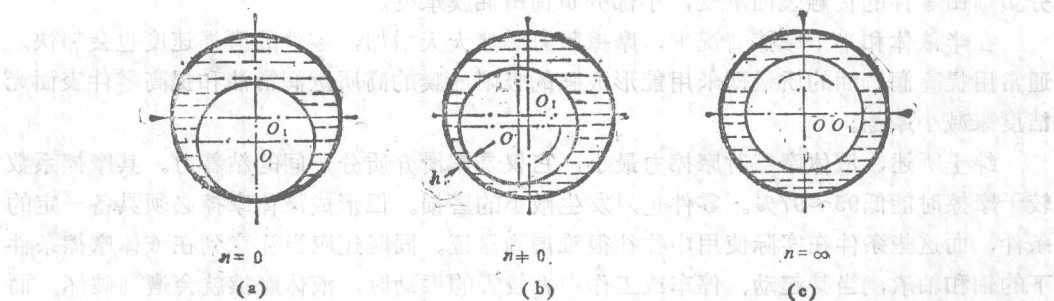


图 1-2 轴与轴承配合时的液体摩擦图

图 1-2(a)为静止状态，由于轴颈与轴瓦间有一定间隙，轴颈支靠在轴瓦下表面上，轴的中心低于轴瓦孔中心。在两零件间形成一润滑油液体的楔形油层。

随着轴的旋转速度增加，轴颈带动油液转动，楔形油层挤入轴颈与轴瓦之间产生高压将轴抬起而形成液体摩擦，如图 1-2(b)所示。

当转速继续增高时，轴中心继续被抬高，并且在转速达到额定值时，轴中心接近轴承中心，如图 1-2(c)所示，此时，楔形油层不复存在，油膜支承能力下降，轴中心又偏离轴承中心，故这一位置是不稳定的。

由以上分析可知，决定液体摩擦的主要因素是转速、油楔压力和间隙。因此可总结出形成液体摩擦的条件是：

- ①必须形成楔形油隙；
- ②必须具有一定的转速；
- ③必须使最小液体层厚度大于两接触面的微观不平度之和。

(3)边界摩擦 也称极限摩擦，指两摩擦表面间有一层很薄（约 0.1 微米以下）的油膜分隔时发生的摩擦。它具有下列特殊性质：

①极薄的油膜可减少分子间的相互引力而使摩擦减少，下列经测定得出的摩擦系数 f 的数值可以说明油膜使摩擦系数大为减少的情况：

	摩擦系数 f 的值	
	表面无油膜时	表面有油膜时
钢 与 钢	$f=0.78$	$f=0.27$
铜 与 铜	$f=1.21$	$f=0.76$

②具有很高的承载能力，能承受很高的（有时能达上亿帕）压力，能防止摩擦表面的直接接触。

③极薄油膜的品质与润滑油的性能有关。

(4)半液体摩擦，指液体摩擦与边界摩擦或液体摩擦与干摩擦同时存在的混合摩

擦。在这种摩擦形式下，润滑油部分被挤出，两零件间的大部分负荷由油膜承受，小部分负荷由零件的接触表面承受。

(5) 半干摩擦 指边界摩擦和干摩擦同时存在的混合摩擦。此时，两零件间的大部分负荷由零件的接触表面承受，小部分负荷由油膜承受。

在半液体和半干摩擦情况下，摩擦阻力必然大大增加，零件的磨损速度也会加快。通常用提高润滑油的质量即采用能形成强的吸附油膜的高质量润滑油和提高零件表面光洁度来减小摩擦。

综上所述，液体摩擦时摩擦力最小，它仅是润滑介质分子间的粘着力。其摩擦系数较干摩擦时能低95~97%。零件也只发生微小的磨损。但形成液体摩擦必须具备一定的条件，而这些条件在实际使用中往往很难得到保证。同时还应当注意到在液体摩擦条件下的轴和轴承，当其起动、停车或工作中有较大的振动时，液体摩擦就会遭到破坏。而边界摩擦、半液体摩擦或半干摩擦在机械运转过程中却普遍存在，它们之间因一定的外界条件相互转化。例如，内燃机的曲轴颈和轴承，平时是在液体摩擦条件下工作，但当其转速急剧降低时，可能出现半液体摩擦，而在起动时则是处于边界摩擦状态。又如，活塞组在其工作过程中，随着位置的改变，其温度、速度、润滑油粘度及受力都将发生变化，其时的摩擦状态可能是液体摩擦，也可能是边界摩擦，甚至是半干摩擦。

总之，在使用、维护保养、修理、装配建筑机械时，必须对机械的相对运动部件的摩擦情况加以注意，而且必须充分重视它们的润滑条件。

二、零件的磨损

(一) 磨损的分类

磨损过程是一个复杂的过程。它可能是机械、物理、化学等多方面的作用过程。根据磨损的条件和特点，一般可分为自然磨损与事故磨损。

自然磨损是指在长期工作中由于相配合零件的摩擦、冲击、温度变化以及在正常操作条件下对材料的化学作用而引起的零件尺寸、形状、体积、重量等的逐渐变化。这种磨损在正常使用条件下是不可避免和逐渐增长的。

事故磨损是指短时间内零件急剧磨损而迅速失效。

一般的自然磨损又可分成以下几类：

1. 机械摩擦磨损 指磨损中只有尺寸、形状、体积等变化而无重大物理变化与化学变化，也就是说磨损几乎完全是摩擦的结果。其基本机理是由于零件表面存在微观不平，相对运动时，由于摩擦力、承载力的作用，使其表面的凸起和凹坑相互嵌合而刮平，或因凸起部分的塑性变形而被碾平。在这种磨损中，一般讲摩擦表面越粗糙，磨损越严重。但过分光滑的表面，由于分子间引力作用加强和储油性能差，反而会破坏润滑条件而加重磨损。所以，使零件表面具有适当的光洁度，利用其表面的微小不平起到贮油和增加散热面积的作用，对减少磨损是有利的。例如，实际使用中活塞环的多孔镀铬，曲轴颈的金属喷镀，粉末冶金的含油衬套都是利用了这一特性而延长了零件的使用寿命。

2. 磨料磨损 指在零件的两接触面间侵入硬质微粒（外来的或自身脱落的），形成类似金属机械加工中磨削的磨损。