

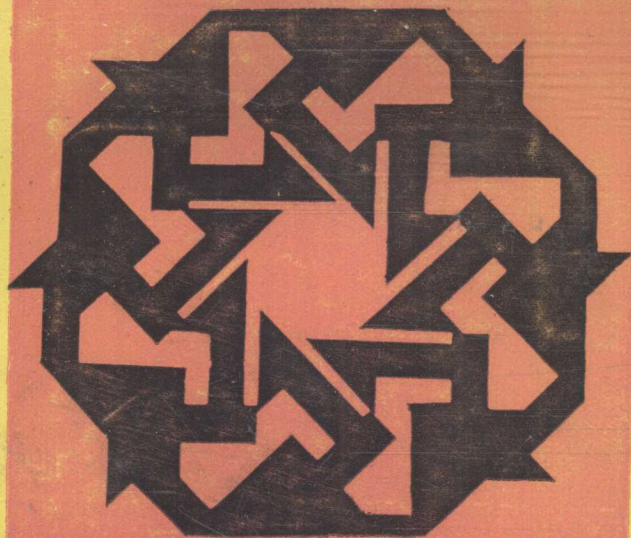
职业高级中学教材 (机电专业)



柴油机汽油机维修

贵州教育出版社

云南教育出版社 四川教育出版社 重庆出版社



职业高级中学教材

柴油机汽油机维修

刘显芳 编著

贵州教育出版社

云南教育出版社

重庆出版社

四川教育出版社

责任编辑：师玲玲

职业高级中学教材
柴油机汽油机维修
刘显芳 编著

贵州教育出版社出版发行
(贵阳市中华北路289号)
贵阳维嘉印刷厂印刷

787×1092毫米32开本 11.875印张 256千字
印数1—8100

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

ISBN7-80583-132-7/G·131 定价：4.50元

西南三省四方职业高级中学教材编委会

主 任 杜 江

(以下按姓氏笔画为序)

副主任 马士会 牟维坤 邹文泰
褚家蒙

编 委 王菊明 白梅莉 冯瑞奇
刘致凡 李 力

编写说明

为适应农村产业结构调整的需要，加速培养乡镇企业技术人员和提高农村劳动者素质，云南省教育厅、贵州省教委、四川省教委、重庆市教委联合组织编写了农村机电专业职业高中教材，由云南教育出版社、贵州教育出版社、四川教育出版社、重庆出版社联合出版。

这套教材暂定7种，计划1991年出版《机械识图》、《机械识图习题集》、《农村应用钳工》、《农村应用电工》、《柴油机汽油机维修》5种，1992年出版《小型电机维修》、《小型农机具维修》2种。

以上教材按照“着重职业技能的训练，训练范围不要太窄，基础教育也要适当配合”的原则编写。在内容上注重科学性、实用性、针对性；文字表述上力求深入浅出，浅显易懂，言简意明；形式上图文并茂。它既可作为农村机电专业职业高中、农村机电人员培训班的选用教材，也可作为普通中学劳技课及农村机电人员的参考读物。

本书包括柴油机、汽油机的构造原理、维修基础知识及常见机型的维护技术等内容，全书共四章。还附有《内燃机维

修技能训练》一书作为实验实习指导。

本书由贵州省农业机械学校刘显芳高级讲师主编，贵州省农机管理局刘名健、张剑亭、黎世华三位高级工程师审稿，经贵州省教委审定。在编写出版中得到了贵州省农机局、贵州教育出版社的大力支持，在此表示诚挚的谢意。

职业高中的教材建设是一项新工作，没有经验，书中难免有不当之处，恳请广大师生和读者指正，以便再版时修订。

云贵川渝职业高中教材编委会

1990年8月

绪 论

农业是国民经济的基础，加快农业的发展速度，是保证实现四个现代化的重要条件。随着现代化科学技术的发展，现代农业必然要用先进的农业生产工具替换落后的以人、畜力为动力的工具，实现农业生产过程机械化。

农业机械是运用在农业生产过程中的各种机器和农具的总称，它包括动力机械和作业机械两大类。动力机械是生产中作为动力使用的机器。作业机械是直接作用于劳动对象的各种机械，它包括耕作、收获、排灌、运输、农副产品加工等各种与动力机配套工作的农业机器和半机械化农具。

现在农村拥有的农业机械，是多年来我国亿万农民在国家扶持下投入大量资金逐步积累起来的，已成为农业生产力的重要组成部分，为我国从传统的农业向现代化农业转化提供了一个初步的物质技术基础。因此，必须加强对现有农业机械的使用管理和维护修理，以充分发挥农业机械的投资效益。

“增产节约，增收节支”是我国进行经济建设的基本方针之一。“修旧利废”是体现节约的一个重要方面。一台比较复杂的农业机器有几个零件，它们并不完全是同等寿命的，使用一段时间后，整个机器的技术状态已经恶化，但有的零件稍加修理即可使用，有的零件不需修理还可以使用，如果把整个机器报废，势必造成浪费。这就需要采取修理的方法，延长整个机器的使用寿命。

党的十一届三中全会以后，随着农村经济体制改革，农村经济取得了较快的发展，农民拥有农业机械的数量逐年增多。但由于我国农村的经济基础和科学文化水平仍然较低，如何管好、用好和维修好这些农业机械，使其保持良好的技术状态，最大限度地发挥机器的工作能力，是迫切需要解决的问题。

本书是以西南三省四方教育委员会召开的《农村技术人材培训》联席会议的精神为指导思想编写的。是农村职业高中农村机电专业的一门维修运用专业课程教材，同时也可作为中等专业、师范学校开设该课的选用教材。本书的任务是使学生获得农业上主要动力机械的维修基础理论知识；初步掌握一般故障的检查方法；总成和部件的拆装、鉴定、调整、维修实际操作技能和常用工具的正确使用。本书以农业上运用最广泛的动力机械柴油机、汽油机为例，主要介绍柴油机、汽油机的维修知识。

机器的维修是一门工艺性很强的课程，要掌握某种机器的修理技术，必须首先了解该机器的结构原理；熟悉它的组成和各零件的功用；同时还必须熟悉机器修理过程中使用的各种工具和仪器，掌握其操作使用方法。因此，本书在介绍柴油机、汽油机维修知识的同时，介绍结构原理和常用工具、仪器的操作使用方法。

《柴油机、汽油机维修》是一门适用性课程，学习本课程必须坚持理论联系实际，注意课堂教学与生产实践相结合的教学方法，通过实验、实习、生产劳动环节来巩固学生的实践知识，训练操作技能，培养分析问题解决问题与独立工作的能力。

目 录

第一章	机器维修基础知识	(1)
第一节	机器故障概述	(1)
第二节	机器维修方法	(12)
第三节	机器修理工艺	(20)
第二章	柴油机、汽油机的工作原理	(46)
第一节	柴油机、汽油机的构造	(46)
第二节	单缸四行程柴油机的工作过程	(53)
第三节	单缸四行程汽油机的工作过程	(55)
第四节	单缸二行程汽油机的工作过程	(57)
第五节	多缸四行程柴油机、汽油机的工作过程	(59)
第三章	柴油机、汽油机维修	(61)
第一节	曲柄连杆机构与机体零件	(61)
第二节	配气机构	(103)
第三节	燃料供给系	(134)
第四节	润滑系	(229)
第五节	冷却系	(244)
第六节	电气设备	(261)
第七节	柴油机、汽油机的总装与磨合	(348)
第四章	柴油机、汽油机的技术保养	(354)
第一节	技术保养制度	(354)
第二节	技术保养规程	(355)

第一章 机器维修基础知识

第一节 机器故障概述

一、故障的概念

机器的故障，就是机器工作能力的下降或丧失。工作能力，就是指在设计 and 制造机器时给予机器的主要工作性能指标，如柴油机的功率、耗油率、压缩比等。

机器是由许多零件组成的，各零件之间具有一定的配合性质和相互位置关系，同时，还要求各机构能协调一致工作。机器在工作过程中，会由于零件出现磨损、变形、腐蚀等缺陷使工作性能逐渐变坏，当达不到预定的工作性能指标时，就称该机器有了故障。

二、故障的形成

(一) 零件之间配合关系不符合要求

机器上的零件互相配合分为间隙配合、过盈配合、过渡配合三种形式。当配合件原有的配合关系（即配合性质）发生变化后，如间隙配合件的间隙增大，过盈配合件紧度减少，机器运转将出现不正常的现象，即形成了故障。例如，柴油机的曲轴主轴颈与主轴瓦之间的配合间隙过大时，曲轴会产生上下跳动而使柴油机在运转中发出异常响声。

（二）零件之间位置关系不符合要求

机器上所有的零件，相互保持着一定的相对位置关系，以保证各零件间运动灵活及正常工作。零件之间的相对位置关系发生改变后，如零件间的平行度、垂直度、径向摆差、端面摆差等不符合要求时，零件间将出现不正常的摩擦损坏使机器形成故障。例如，柴油机连杆大小端孔轴心线不平行，会造成活塞、缸套的过早磨损。

（三）零件之间的协调关系不符合要求

机器在工作过程中，各机构必须按一定的顺序，质量及时间要求进行工作，不可错乱，谓之工作协调性。机器各机构相互协调关系破坏，就会形成故障。例如，多缸柴油机喷油泵柱塞付磨损及各缸磨损的程度不一致时，会使燃油供给量减少，供油提前角改变，并使各缸供油不均匀。结果使调速器的转速与相应的燃油供给量之间出现不协调；供油时间与柴油机工作不协调，使柴油机功率下降。

（四）零件产生了缺陷

组成机器的零件产生了缺陷，会因其使用能力丧失而使机器形成故障。零件的缺陷主要有下列几项。

1. 尺寸形状改变。轴类零件弯曲、扭曲、断裂，产生圆度和圆柱度偏差；壳体类零件内孔偏心、失圆，配合面磨损、变形等。

2. 表面质量改变。零件表面粗糙度增加，生锈、氧化、脏污、积垢、产生麻点、剥落、凹坑、划痕等。

3. 材料性质改变。铸铁石墨分离、强度削弱，钢铁件金相组织或机械性能发生变化，橡胶件老化变质，木材件失水起层、腐朽，帆布件枯朽脆裂，密封件失去弹性等。

三、故障形成的原因

(一) 责任性损坏

在不正常的条件下，零件产生迅速的磨损或其它损坏而使机器形成故障。零件的责任性损坏，只要操作者认真负责是可以避免的。主要由下面几个方面引起。

1. 未达到规定的制造和修理技术条件。例如，零件的尺寸、形状和位置精度、表面粗糙度；材料的物理机械性能及热处理方面(硬度、强度、金相组织、内应力分布等)不符合要求；机器装配后零件的配合关系、位置关系不符合要求等。

2. 未遵守合理的运输和保管技术条件。例如，运输、装卸不当使零件变形；光洁的表面碰伤、破裂；长轴类零件长期平放或相互堆压产生弯曲；圆筒类零件横着堆放产生圆度偏差；外包装破损使零件表面氧化、生锈、受潮损坏等。

3. 未遵守正确的使用操作规范。例如，未检查电气线路就启动机器，烧毁电气设备；未遵照要求按期保养和检查机器，引起零件过早磨损；长期超负荷运转使零件提前损坏；未按规程操作机器引起突然性事故损坏零件等。

(二) 自然性损坏

在正常使用条件下，零件缓慢的磨损或其它损坏，也会逐渐使机器形成故障。零件的这种自然性损坏，通过使用者的努力可以减轻，但不能完全防止。下面介绍常见的自然性损坏现象。

四、零件的自然性损坏现象

(一) 磨损

零件在工作过程中，相互摩擦的表面产生了尺寸、形状和表面质量的变化，称为磨损。可见，摩擦是磨损的原因，磨损是摩擦的结果。摩擦按不同的形式和特点，有不同的分类方法。如根据摩擦表面运动特征，可分为滑动摩擦和滚动摩擦。根据摩擦表面的介质状态，又可分为干摩擦、边界摩擦、液体摩擦。这里主要了解与零件磨损关系密切的干摩擦、边界摩擦和液体摩擦。

干摩擦：两摩擦表面间没有润滑介质的摩擦。如发电机整流子与电刷之间的摩擦。干摩擦的摩擦阻力较大，摩擦表面磨损也较快。

边界摩擦：被极薄的油膜隔开的摩擦表面间的摩擦。如活塞环与缸套壁之间的摩擦。油膜是由于润滑油具有的特殊的吸附能力所形成的，油膜有较大的强度和承载能力。

液体摩擦：完全被润滑介质隔开的摩擦。如高速运转的轴与轴瓦之间的摩擦。液体摩擦，由于摩擦表面间不发生直接接触，零件磨损程度较小。

以上各类摩擦都依赖于一定的条件，并不是一成不变的。如边界摩擦常常不稳定，当温度升高和润滑油变质时，油膜强度很快下降，导致工作表面直接接触，此时接触区域的摩擦性质转变为干摩擦。液体摩擦常常在高速运转时存在，起动、停机的短暂时间或超负荷工作时，液体摩擦条件被破坏，此时接触区域的摩擦将带有边界摩擦的性质，甚至可能出现短暂的干摩擦过程。

零件常见的磨损有机械磨损、磨料磨损和抓粘磨损。

1. 机械磨损

零件表面直接接触，摩擦导致表面微粒机械剥离所引起

的零件尺寸、形状改变的损坏现象，称为机械磨损。主要发生在直接接触的干摩擦中。

零件表面虽然经过精加工，但还存在肉眼看不清的粗糙不平，若用较大倍数的放大镜观看，可看到表面的凹凸不平。摩擦表面受到压力时，凸起部分会互相嵌入，当零件发生相对运动时，在力的作用下，摩擦表面凸起处的金属微粒不断脱落，引起零件尺寸、形状改变和配合间隙增大，图 1—1 所示。因此，除特殊需要外，在机械运动中，应该设法避免或减少干摩擦，创造接近液体摩擦的条件，以减少磨损。



图 1—1 机械磨损

2. 磨料磨损

零件表面与磨料摩擦，磨料对零件表面产生的研磨、擦伤和刮削作用而使零件损坏的现象，称为磨料磨损。磨料常混在气流或液流中与零件表面产生摩擦。

整个磨料磨损过程，与金属切削过程很相似，磨料好比切削刀具，当磨料与零件接触并相对运动时，磨料将零件表面的材料“切削”下来，图 1—2 所示。显然，磨料的硬度对摩擦表面的磨损速度有很大的影响。一般尘土中的石英砂含量在 65% 以上，石英砂就是最普遍的磨料，其硬度比一般的

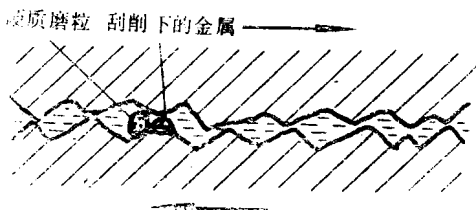


图 1-2 磨料磨损

碳钢和钢的镀铬表面层高。因此，尘土一旦入侵零件的摩擦表面，产生磨料磨损将是不可避免的。

实际生产中，除提高零件本身的抗磨性能外，应着重提高清洁度，减少磨料的侵入。因此，机器在装配前，应将零件清洗干净；工作时应保持良好的润滑；制造或修理总装后，应进行磨合试运转；使用中应按规定定期更换润滑油；箱体内润滑油应按规定经过沉淀、滤清后再使用；各类密封装置应严密可靠。

3. 抓粘磨损

由于分子吸引力和摩擦热使金属熔合而引起的零件损坏现象，称为抓粘磨损。

抓粘磨损常发生在高速、重载和缺油条件下工作的配合表面之间。某些接触处由于作用在摩擦表面的压力过大，将使摩擦表面的润滑油膜挤破，导致金属直接接触，引起接触处的温度显著升高而熔化，使两组金属像焊接一样熔结。当两摩擦表面继续相对运动时，熔结的金属被撕开。如果粘结处金属强度大于基体金属，则撕开将发生在强度较小的基体金属深处，这通称为深层撕落。

抓粘磨损后的金属表面，由于变得非常粗糙，当摩擦表

面继续运动时，凸起金属又在新部位粘结，产生新的撕裂。这个过程不断进行，抓粘面积迅速扩大，配合表面将产生剧烈磨损，严重时甚至使配合件卡死。柴油机烧瓦抱轴、活塞粘缸，就是抓粘磨损引起的典型故障。

产生抓粘磨损的形成条件是摩擦表面的直接接触。因此，除正确选择零件的材料外，如果能正确地使用机器，提高修理质量，保证零件有正确的配合间隙，有良好的润滑条件，有合适的表面粗糙度，抓粘磨损是可以避免的。

（二）腐坏

腐坏是机器零件常见的损坏现象，对不发生相互摩擦的零件，甚至机器并未工作，亦会发生腐坏。腐坏分为腐蚀和腐朽两大类。

1. 腐蚀

金属材料在其周围的气体、液体等介质作用下，引起成分和性质改变而产生零件损坏的现象，称为腐蚀。

按金属在腐蚀过程中和外部介质所起的作用，通常将其分为化学腐蚀和电化学腐蚀两类。金属直接与周围介质起化学作用所引起的腐蚀，称为化学腐蚀。机器工作时，润滑油中的酸、碱介质或机油氧化产生的有机酸，都会对金属零件产生化学腐蚀。金属与电解液起电化学作用引起的腐蚀，称为电化学腐蚀。不同的金属和金属内部不同的元素成分，具有不同的电位，在两种不同的金属表面或金属与杂质之间会形成电位差。当表面有电解液存在时，便形成一个微电池。电位较低的阳极金属失去电子形成离子被溶解，即产生腐蚀。钢铁零件生锈，主要就是电化学腐蚀引起的。

防止零件腐蚀的主要方法是防止腐蚀介质的产生和侵

入。在使用中，要正确选用并及时更换润滑油，保持正确的工作规范。零件表面涂上黄油、机油、油漆等防腐薄膜，可以防止金属与腐蚀介质的接触。在制造和维修时，采用表面覆盖层保护，如电镀层、喷涂层、表面钝化等，用耐蚀性强的金属层保护基体金属。

2. 腐朽

零件在风、雨、日光等自然环境影响下变质损坏的现象，称为腐朽。例如，木质零件在阳光、雨水、细菌等的作用下裂纹、变质、腐烂；橡胶轮胎、阻油圈、油封等受阳光、润滑油作用老化、变脆失去弹性、甚至破裂等都是零件的腐朽损坏现象。

重视机器对工作条件和存放环境的技术要求，可以防止和减缓零件的腐朽和老化。

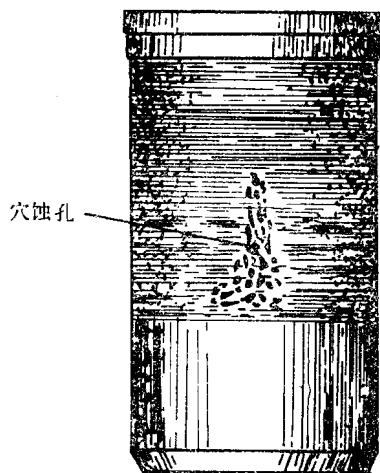


图 1 - 3 气缸套的穴蚀

(三) 穴蚀

金属零件与液体接触的表面，被局部腐蚀成麻点般或蜂窝状的孔洞损坏现象，称为穴蚀。图 1 - 3 为柴油机气缸套的穴蚀现象。

穴蚀是一种复杂的过程，它包含空泡腐蚀和电化学腐蚀两种因素，而破坏起始于空泡腐蚀，使金属表面防护层脱落，本体裸露而点蚀，继而发生电