

机械设备维修丛书

《机械设备维修丛书》编辑委员会主编



现代柴油机 修理新工艺

张庆荣编著

XIANDAI CHAIYOUJI
XIULI XINGONGYI

天津科学技术出版社

机械设备维修丛书

现代柴油机修理新工艺

《机械设备维修丛书》 主编
编辑委员会
张庆荣 编著

天津科学技术出版社

内 容 提 要

本书根据作者多年来从事汽车、拖拉机、工程机械等修理工作的实践经验,提出了改革目前通用修理工艺的新方法:如滑动轴承由采用传统的刮配工艺改为机加工、涂镀、喷焊(同时介绍修复与选配方法)等先进工艺;气门与气门座由配对互研改为机械修磨,加垫调整;湿式缸套采用正确的装修工艺。并且,对现代柴油机使用过程中必须注意的技术问题作了叙述。

全书以实用为主,对主要机理作了简要的分析,本书对改革现存不合理的修理工艺将起到推动作用。

机械设备维修丛书

现代柴油机修理新工艺

《机械设备维修丛书》

主编

编辑委员会

张庆荣

编著

★

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

天津市新华书店发行

★

开本 787×1092毫米 1/32 印张 2.25 字数 44,000

一九八三年十二月第一版

一九八三年十二月第一次印刷

印数: 1—17,000

书号: 15212·116 定价: 0.81元

使用機械必須重
視維修方能盡其
所用 胡厥文



使用機械必須重視維修方能盡其所用

——胡厥文題

前 言

机械维修是国民经济维持再生产的必要手段、是节约能源和资源的重要途径、是“四化”建设的重要保证。做好机械维修工作，能使机械设备在整个寿命周期内达到维修费用最低、创造价值最高、获取最大的经济效益。

我们组织编写这套《机械维修丛书》，目的在于帮助机械维修行业的工程技术人员和工人了解机械设备维修知识和维修新工艺、新技术，提高维修机械的能力，促进我国机械维修事业的发展。

这套丛书系约请国内从事机械维修的专家、科技人员和经验丰富的老工人，选择自己具有较深研究或有较丰富实践经验的专题分别编写，编写时力求理论联系实际，层次分明、文字简练、通俗易懂，使具有初中以上文化程度的工人均能独立参考。

本丛书由工程机械维修研究会推选的机械设备维修丛书编辑委员会组织编写，天津科学技术出版社出版。对本丛书的意见和建议请函告《工程机械》编辑部（地址：天津市丁字沽三号路）。

工程机械维修研究会《机械
设备维修丛书》编辑委员会

一九八二年三月

目 录

一、问题的提起	(1)
二、滑动轴承的修理	(3)
1. 薄壁滑动轴承的工作特点	(3)
2. 柴油机使用的滑动轴承	(7)
3. 滑动轴承损坏的形式	(9)
4. 传统刮瓦工艺质量分析	(15)
5. 轴承座孔的修整	(16)
6. 轴承选配与修整	(16)
7. 提高滑动轴承修理质量的必要措施	(20)
三、气门及气门座的修理	(24)
1. 气门头厚度对气门及气门座磨损的影响	(24)
2. 气门和气门座接触带宽度与 接触带烧蚀、斑点形成的关系	(26)
3. 气门落座拍击压强与耐磨性	(27)
4. 气门与座接触面宽度不均匀 对气门漏气与烧蚀的影响	(28)
5. 气门头下陷量改变或不均匀对柴油燃烧性能的影响	(28)
6. 气门配对互研在大修中的意义	(29)
7. 气门及气门座修理注意事项	(30)
四、柴油机湿式缸套的装修	(32)
1. 缸套阻水圈过高且与槽配合不当	(32)
2. 缸体上下凸肩处的氧化物及硬质沉积物未彻底清除	(34)

3. 缸套周围螺栓孔变形.....	(34)
4. 缸套上端面高出量不当.....	(36)
5. 湿式缸套安装工艺.....	(37)
6. 提高缸套工作寿命的措施.....	(38)
五、柴油机的补充调整	(43)
1. 燃烧室容积发生变化.....	(43)
2. 活塞到上止点的时间发生变化.....	(45)
3. 凸轮与挺杆早期磨损.....	(45)
4. 补充调整的方法.....	(45)
六、值得注意的几个问题	(48)
1. 柴油机缸盖裂纹及气门座松脱.....	(48)
2. 柴油机突爆.....	(51)
3. 必须重视润滑系统的维修.....	(54)
4. 推荐一种保持润滑油质量的装置.....	(60)

一、问题的提起

随着科学技术的发展，柴油机的设计思想、结构、材质和制造工艺等均有很大改进。不仅具有良好的耐用性和可靠性，而且具有较高的经济性和动力性（高功率和高扭矩）。为了大幅度提高柴油机功率，废气涡轮增压得到了广泛的应用和发展，已经达到超增（6公斤/厘米²）的阶段。增压再加中间冷却器，可使柴油机功率达到相当于增压前的3~5倍。

自行式机械（包括工程机械、重型载重汽车等）所用柴油机的转速多在2000~2200转/分的范围内。平均有效压力，非增压柴油机为7公斤/厘米²，增压柴油机为10~11公斤/厘米²，增压中冷柴油机为10.5~12公斤/厘米²；燃油比耗率在158~185克/马力·小时范围内；比重量3~4公斤/马力；柴油机寿命也有很大提高，一般为8000~10000小时。这些都说明柴油机的发展是比较快的。

这类机械的修理，在我国一直没有引起足够的重视。缺乏对修理基础理论的系统研究，许多修理企业仍沿用四十年代手工作坊式的修理工艺。修理质量差、速度慢，严重影响了机械的使用。

目前，普遍采用的维修方式是，机械发生故障后，多由修理工凭经验（眼看、耳听、鼻嗅、手摸等）判断其损坏程度、部位和引起故障的原因。由于人感觉器官的可靠程度是

有限的，所以常常造成判断错误。

例如，柴油机轴瓦的修理，仍用刮刀根据接触印痕进行刮配。忽视规定的装配技术条件，而以瓦与轴颈的松紧度和接触印痕面积大小与形状作为确定瓦和轴配合质量的标准。这显然是不符合工艺要求的。修理气门机构时，往往以气门配对互研来保证密封，忽视设计的其它技术条件。结果，大大缩短了气门的工作寿命。又如安装湿式缸套，只注意阻水圈处是否漏水，不注意其它安装技术标准。诸如此类的错误，不仅未能得到纠正，反而在一些教材和刊物上误传，多数修理企业认为这种修理方式是理所当然，不容置疑的。这种用四十年代的修理工艺去修理七、八十年代的机械产品，无疑是永远达不到原设计指标的。甚至造成，不修还能用，越修问题越多（尤其是进口机械）的反常现象。

很多使用部门反映，这类机械用柴油机的使用寿命短、可靠性差、动力不足。这些问题的存在除驾驶和原机制造质量的原因以外，主要是由于管理和维修不当所造成的。它们不但影响机械的完好率和施工成本等，甚至会造成严重的机械事故。

为此，本书将专就自行式机械用高速柴油机修理工艺方面的几个问题，介绍一些改革途径和理论依据，以期从根本上提高柴油机修理质量，并希望同大家一起研究探讨。

二、滑动轴承的修理

柴油机主轴承和连杆轴承工作性能的好坏，将直接影响整机的性能指标，是柴油机的一个重点修理部位。

1. 薄壁滑动轴承的工作特点

(1) 载荷的不稳定性 滑动轴承工作的可靠性基于通用的流体动力学理论。即以等载荷、等速度为条件。依据油膜的自楔作用，使轴颈与轴承间隙中保持一层均匀的润滑油膜，轴颈在此油膜的压力作用下漂浮旋转。但是，柴油机滑动轴承在实际运转中，并非处于等载荷、等速度和等温的工况，而是同时承受着以下几方面的载荷：

①冲击性爆发压力和曲柄连杆机构惯性力的动载荷。由于轴承的负荷随曲轴转角的变化而变化，在一个工作循环中，按一定规律改变。因此，油膜的压力是变化的。

②柴油机转速随工况的需要而改变，轴在轴承中作变速运动。在一个工作循环中，轴心按一定轨迹作径向移动，给油膜增加了一个很大的挤压力。

③轴在上述力作用下，还在轴承中作周向位移，也给油膜产生一个压力。

因此，实际的油膜压力，除匀速、匀载荷产生的油楔压力外，还承受着轴旋转中的径向和周向位移所产生的压力。这些力的大小，在一个工作循环中，均随曲轴转角的变化而

变化。所以，曲轴轴心的位置和油膜厚度在工作中不是常数而是曲轴转角的函数。图1所示为一个工作循环中，轴心随曲轴转角位移的情况。

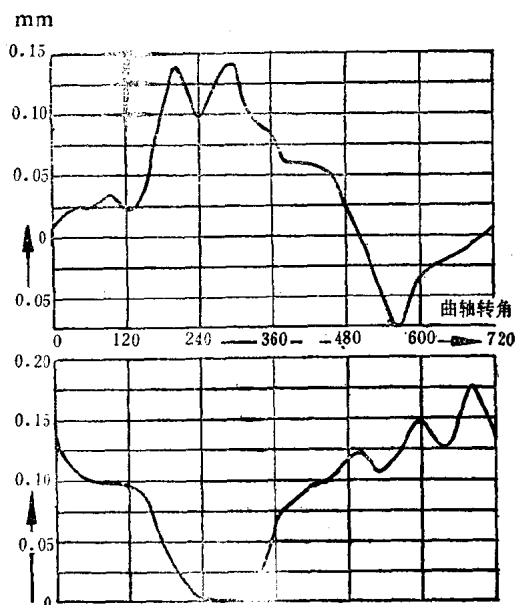


图1 轴心随曲轴转角的位移

曲轴任一位置的油膜压力均可视为两分量的合成：轴颈相对轴承旋转而产生的油膜压力；周向径向位移时，对油膜产生的挤压力。图2所示为油膜压力的合成关系。曲轴载荷与最大合力 P_{max} 在运动中是平衡的，否则将会发生金属的直接摩擦。

合成油膜压力的大小随曲轴转角的改变而变化，每一循

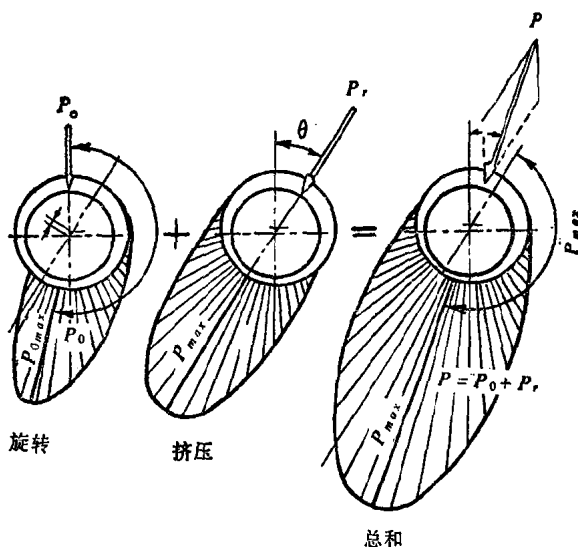


图2 油膜中压力的合成

环重复一次。所以，合成油膜的压力对轴承形成脉冲加载。图3所示为曲轴在三个不同位置上（曲轴转角分别为 α_1 、 α_2 和 α_3 ）油膜的峰值。由图可知，轴承最大负荷位置约在曲轴转角 100° 的位置上。应当注意，最大油膜压力的曲轴位置，绝不是曲轴受最大负荷的位置。当曲轴转角为 480° 时，油膜压力减小；而在 640° 时，油膜压力变得极小（可忽略不计）。这种由零到最大，又由最大回到零的油膜压力，构成了轴承的脉动载荷。由于载荷是交变的，因而构成一种疲劳应力状态。而且，由于这种脉动载荷的作用，轴承和轴承座同时发生弯曲变形，甚至可激起弯曲振动。这是柴油机滑动轴承工

作的一个重要特点。

(2) 影响油膜峰值压力的因素

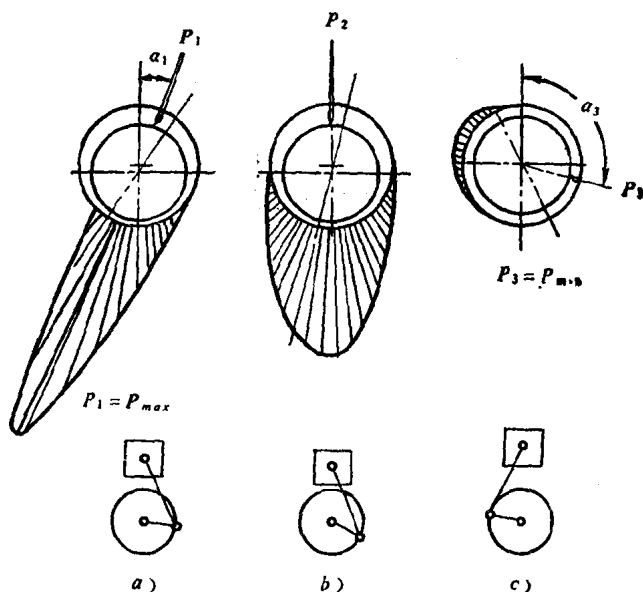


图3 轴承受力变化

a) $\alpha_1 = 100^\circ$ b) $\alpha_2 = 480^\circ$ c) $\alpha_3 = 640^\circ$

①轴承孔的几何形状及表面光洁度。修理轴承孔时，因工艺不合理使轴承失圆、锥度过大以及表面光洁度不够（波峰太高）等，都会引起油膜峰值压力升高，加速轴承损坏。手工刮研修配轴承，不仅难以保证轴承的几何形状，表面光洁度也被破坏。有人认为，轴承表面应刮成芝麻点状，以便存油，防止烧瓦。实践证明，表面光洁度愈高，油膜愈薄，轴承的承载能力就愈大。若表面光洁度超过0.3微米，磨损量

就会显著增加。所以，用手工刮研，使接触面积达到75%，这种工艺是很不合理的。它实质是升高了油膜的峰值压力，即降低了轴承的承载能力。

②轴承的工作温度及润滑油质量对油膜的峰值压力也有一定影响。

③轴承的油槽对油膜峰值压力有比较明显的影响（如图4所示）。无油槽轴承中部比两边磨损大。这种磨损主要是由于油道润滑油中存在磨料及油膜峰值压力过高所致。

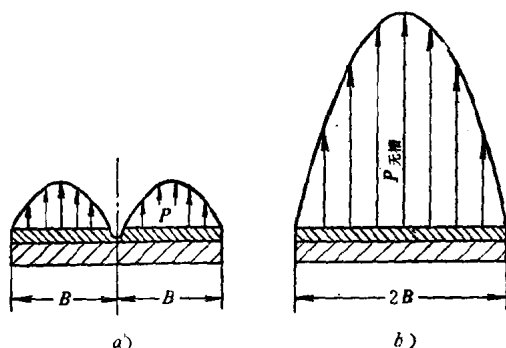


图4 油槽对油膜压力的影响

a) 有油槽的油膜压力 b) 无油槽的油膜压力

④发动机超速运转，会使峰值压力大幅度升高。近几年，不少进口机械发动机（如D80-12型推土机用HCL-220柴油机）曾连续出现烧瓦抱轴，以致造成曲轴折断等重大事故。究其原因，不少是由于超速引起的。

2. 柴油机使用的滑动轴承

(1) 铝合金轴承 目前常用的有两种，即铝镦镁合金钢带轧制双金属轴承和高锡铝合金轴承。铝镦镁合金轴承的优

点是具有高的耐疲劳强度和较好的耐磨性,工作寿命较长;缺点是承载能力不够大,允许的滑动线速度不高,冷启动性能不好。修理轴承时,由于配合间隙不当或表面光洁度被破坏,当冷机启动高速低温大负荷运转时,很容易发生烧瓦抱轴事故,因此,这种材料不适宜用于高速大功率柴油机。高锡铝合金轴承,亦称20锡-铝合金轴承,其金相组织是,在硬的基体上均匀分布着软的质点,所以承载能力远远超过铝锡镁合金轴承。这种轴承的允许线速度高,具有巴氏合金的抗咬合性能,能适应高速柴油机的要求,已被广泛用于高速柴油机。

以上两种合金轴承的切削性能都很差。实践证明,用刮刀刮削,很容易出现“跳刀”和“粘刀”,从而破坏轴承表面的光洁度。所以,这两种轴承是不允许刮研修配的。

(2) 铜铅合金轴承 目前,高速柴油机大多采用这种合金轴承。其主要优点是,承载能力大,耐疲劳性好,机械性能受温度影响不大,即使在 250°C 的温度下也能正常工作。缺点是,表面性能(顺应性、嵌藏性等)较差,对边缘油膜压力极为敏感,合金中的铅易受酸腐蚀(铜与铅的互溶性很低,在常温下几乎不能互熔,因而偏析比其它合金更为突出),对故障的敏感性较差。

发动机在工作中由于润滑油供应不足或修理操作不当而导致烧瓦(产生不同程度的咬合)时,铅青铜被咬合而出现高温。由于铅青铜的熔点及硬度都很高,又在很短时间内被拉坏,因而使轴颈表面剧烈升温,出现拉毛、发蓝退火和龟裂。所以,铜铅合金轴承一旦出现烧瓦抱轴,终究会发生曲轴断裂的严重事故(指近代高速柴油机)。

巴氏合金的咬死过程是在较低温度下进行的。巴氏合金

熔化前已经变软，轴颈能自动将咬坏处熨平。所以，轴承可在无明显损伤的情况下继续工作，而轴颈不会损伤。即使在发生严重故障，引起完全咬死(抱轴)的情况下，巴氏合金仍能粘结在轴颈上，从而保证了轴颈不受损伤。实践表明，巴氏合金轴承发生抱轴时，轴颈并无明显损伤。所以，轴颈无需重磨。轴颈表面的硬度不会降低，也不会发生淬火裂纹等现象。

(3) 铜铅合金轴承的表面处理 为改善铜铅合金轴承的表面性能，常在其表面上再镀一层合金，构成钢背-铜铅合金-第三合金层的结构。

第三合金层的成分一般包含锡、铅、铟，其厚度为0.02~0.04毫米，用电镀或烙焊法加在铜铅合金层上。加这一层金属的作用主要是提高轴承的抗咬合性、顺应性和亲油性，从而有效地提高轴承和轴颈的使用寿命。目前，这种工艺已为国内外部分柴油机所采用。但是，这种轴承不能进行镗刮，否则将失去第三合金层的作用，导致曲轴轴颈的加速磨损和配合间隙的迅速增大。

3. 滑动轴承损坏的形式

(1) 轴承合金成块状剥落(俗称掉块) 这是一种常见的故障。轴承工作时，承受的是循环脉动载荷，在局部高温处，由于温差应力和油膜峰值压应力的叠加以及该处升温后使合金强度降低，有可能首先在该处产生细微的裂纹。随着应力的不断重复，尤其当润滑油进入裂纹后形成楔裂作用，促使裂纹加深。当裂纹接近钢背时，便沿中间面平行方向延伸，直到裂纹汇合，就出现合金层剥落。

引起轴承疲劳剥落的原因很多，主要有以下几方面：

①轴承内表面光洁度被破坏 采用刮研法修配轴瓦时，刮削跳刀会造成波浪式跳刀痕（铝合金和铜铅合金最易出现），刮削后轴承表面不平，这就成为疲劳损坏的起源。

表面光洁度被破坏后出现的凸起不平，使油膜间隙发生变化，造成该处油膜压力及温度急剧升高，形成一个额外增加的高温和高压。当这一高压与油膜峰值压力方向相同时，便构成油楔压力、轴心位移挤压力和凸起处挤压力的三力叠加。于是，在凸起处就形成比光滑处更大的脉动载荷区。另外，由于表面不平，还将出现应力集中。可见，轴承表面刮削后光洁度被破坏，是导致轴承合金疲劳剥落的一个重要原因。

轴心的径向位移也会在凸起处发生瞬时金属接触，出现合金局部烧熔的现象。这时，虽然合金的抗咬合性能防止烧瓦或抱轴，但轴承的工作寿命却大为降低。如第三层合金被刮掉，磨损就更为加剧。

②轴承与轴颈的预留间隙不当 近代高速柴油机的轴承平均比压超过500公斤/厘米²，油膜峰值压力更高。轴承长期承受如此高的压力，如果配合间隙不当，必将出现烧瓦，缩短寿命。同时，也影响其它飞溅润滑零件的寿命。

从理论上讲，在同样的额定载荷下，减小轴承的装配预留间隙，能提高轴承的使用寿命。但是，减小装配间隙是一个比较复杂的问题，涉及材料、油质、加工精度、表面光洁度、圆周速度和温度等因素。如果间隙过大，机油的飞溅量将增加。试验证明，当间隙为0.04毫米时，飞溅量正常；间隙增至0.08毫米时，飞溅量增加5倍；间隙增至0.15毫米时，