

第七篇 林业机械修理

第一章 林业机械修理基础

林业机械修理的目的，在于及时消除故障，恢复机器的技术性能，节约物料消耗，延长其使用寿命。

第一节 林业机械技术状态的变化

一、林业机械的组成

林业机械由千百个零件所组成，按其功能可分为若干个单独的零件、合件、组合件及总成等装配单元。这些装配单元，各自具有一定的作用，它们之间按照一定的配合关系，有机地组合起来，成为一台完整的机器。

林 业 机 械 的 组 成

表7—1—1

名 称	解 释
零 件	是林机最基本的组成部分，是不可拆卸的最小单元。
合 件	两个或两个以上的零件组合成一体，只起单一零件的作用。
组 合 件	由若干个零件或合件组成，零件或合件之间有相互运动关系，但不能独立完成某项机构作用。
总 成	由若干个零件、合件或组合件连成一体，能独立完成一定的机构作用。

林业机械在修理过程中，每一个零件都应当符合规定的技术标准。每一个合件、组合件、总成以及整机装配都应符合规定的技术要求。这样，机器才具有一定的运用性能。

二、林业机械技术状态的变化

林业生产地处山区，尤其东北林区，冬季严寒，夏季泥泞，作业条件差。机械设备在这种条件下作业，技术状态变坏较快。主要表现如表7—1—2所示。

表7—1—2

动力性能下降	发动机功率下降，运行无力
经济性变坏	燃料、配件及润滑油消耗超过规定指标，生产效率下降
可靠性变坏	运行故障率增加，如发动机有异常声响，传动系噪音及抖动严重，变速机构脱档或跳档，离合器分离不彻底，转向、制动失灵等，致使停工，并且修理的时间增长

林业机械技术状态变坏主要有两种原因造成，即责任性损坏和自然性损坏。

责任性损坏，是由于指挥或操作者失职或人为造成的损坏。主要表现为制造或修理质量差；运输保管不善造成损坏；不按规定对机器进行检查保养或违章作业；或管理不善或强迫违章作业而造成设备责任性损坏。这种损坏，在提高管理水平，健全规章制度、加强对机职人员的思想教育和技术培训的措施下，是可以避免的。

自然性损坏，是指机械在工作过程中，零件由于磨损、疲劳和腐蚀而逐渐损伤，使零件原有的尺寸、形状、表面质量（光洁度、硬度）等发生变化，破坏了零件的配合特性和合理位置。它不能通过主观努力加以完全避免，但是可以通过不断地总结经验，掌握损坏规律，采取有效措施，而减少故障的发生。

三、零件损伤的分类

零件按损伤原因分三类，如表7—1—3所示。

表7—1—3

分 类	定 义 及 表 现 形 式
磨 损	由于机械摩擦或摩擦与化学腐蚀的共同作用，使零件的尺寸、形状和表面质量发生的变化。
机 械 损 伤	零件在工作中受到猛烈冲击或超载而造成的损伤。其表现形式为裂纹、碎裂、弯曲、扭转折断等。
化 学 — 热 损 伤	表现为零件产生的热变形和凹痕

磨损是导致林业机械丧失工作能力的主要原因。只要我们掌握零件的磨损规律，采取必要的技术措施，就可以降低零件的磨损速度，延长使用寿命，提高机器的耐久性和可靠性。

第二节 零件的摩擦和磨损

一个物体和另一个物体（或与其周围的液体、气体介质）接触并作相对运动时，在接触表面产生有阻止运动的现象，叫做摩擦。

由于摩擦，使零件表面材料逐渐脱落，产生尺寸、几何形状和表面质量的变化，这种变化称为磨损。

一、摩擦的种类

摩擦按相对运动的形式可分为滑动摩擦和滚动摩擦两类。滑动摩擦在林业机械中比较普遍，而单纯的滚动摩擦，严格地说是并不存在的。这是因为零件不是绝对的刚体，工作时不可避免地要产生变形，而发生某些滑动。此时滑动摩擦和滚动摩擦同时发生，即产生了复合摩擦。滚动轴承与齿轮轮齿运动时所产生的摩擦均属于复合摩擦。

摩擦按其表面介质状态，又可分为五种，如表7—1—4所示。

摩 擦 种 类 表7—1—4

种 类	定 义 及 表 现
干 摩 擦	摩擦表面没有润滑介质。如离合器片与压盘、制动蹄与制动鼓之间的摩擦等
液 体 摩 擦	摩擦表面完全被润滑介质隔开。在滑动摩擦付中，当轴作高速运动时可以产生液体摩擦。
边 界 摩 擦	摩擦表面之间，有一层很薄的油膜时所产生的摩擦。
半 液 体 摩 擦	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为半液体摩擦。
半 干 摩 擦	边界摩擦和干摩擦同时存在的混合摩擦为半干摩擦。发动机工作时气缸上部和活塞环（特别是第一道环）之间的摩擦，呈半干摩擦状态。

以上五种摩擦，液体摩擦力最小，零件也只产生微量的磨损。但必须具备一定条件，而这种条件实际上往往很难得到。因此，边界摩擦、半干摩擦和半液体摩擦在林业机械运行中是极为普遍的。

二、磨损的分类

常见的磨损可分以下几类：

1、磨料磨损

零件表面与磨料（硬质颗粒）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磨损的现象称为磨料磨损。

摩擦表面存在着一定的粗糙度。在摩擦过程中，表面凸出部分逐渐剥落，这些剥落的微粒混入润滑油中，加之外来的硬质微粒（尘土、灰渣等），便形成了磨料。在零件相对运动时，磨料引起摩擦面局部的微观塑性变形或擦伤，使表面产生划痕并脱落碎屑。磨料磨损与金属磨削过程极为相似。

为了避免和减轻零件的磨料磨损，在机械的运用和修理过程中应注意燃油、空气和润滑油的清洁，装配时要认真清洗零件，以防带入金属屑等磨料物质。

2、粘着磨损

配合的零件，经过加工的表面看起来很光滑，但其微观上是凸凹不平的（见图7—1—1），如果在相对运动时，摩擦表面某些接触点处的压力过大，接触面之间油膜被挤破，使金属直接接触（图7—1—1B）。由于接触点应力很大，就产生了塑性变形，把接触表面拉伤，并产生大量的热，接触点的温度升高，甚至使表面金属熔化，产生粘着现象（图7—1—1C）。在继续相对运动时，粘合金属被撕下来。这种磨损叫粘着磨损。

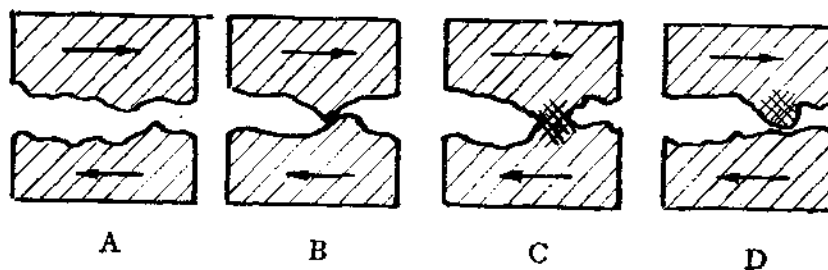


图7—1—1 粘着磨损示意图

A—运动

B—接触

C—熔接

D—撕裂

粘着磨损在低速、重载和缺润滑油的情况下最容易发生。一旦发生，进展很快，在短时间内就会使机器损坏或导致配合件抱死。

内燃机的拉缸现象就是典型的粘着磨损。拉缸常常发生在新的大修后的发动机，没经严格磨合就投入全负荷工作，为粘着磨损创造了条件，导致了比较严重的事故性损坏。

3、腐蚀磨损

金属材料在其周围的气体或液体等介质作用下，产生损坏的现象叫腐蚀磨损。

按腐蚀过程的机理，一般腐蚀磨损分为化学腐蚀和电化学腐蚀两种。

化学腐蚀是金属同周围介质发生单纯的化学作用，电化学腐蚀必须具有电解液和电位差两个条件，机械零件多数用合金材料制成，不同的金属元素，容易产生电位差，如果周围潮湿或有水蒸气存在，就构成了产生电化学腐蚀的条件。一般钢铁零件生锈就是电化学腐蚀的产物。

4、表面疲劳磨损

机械设备的齿轮、凸轮、滚动轴承内外圈等，经使用一定时间后，在摩擦表面会出现麻点或凹坑。这种在滚动或滚动加滑动的摩擦运动中，在接触应力的反复作用下，使摩擦表面产生磨损和剥落的现象叫做表面疲劳磨损。

表面疲劳磨损与一般疲劳断裂不同，它是伴随摩擦与磨损过程中的表面塑性变形、发热及受到润滑油流体楔入作用对材料引起的破坏。

图7—1—2为滚动摩擦中，接触表面弹性变形的情况。理论上滚动摩擦为点、线接触，实际上为平面接触，它的宽度为 b 。根据弹性力学赫兹公式，最大剪切应力在距表面 $0.393b$ 处。在同时有滑动摩擦的作用下，摩擦力越大，最大剪切应力的作用点越向摩擦表面推移。

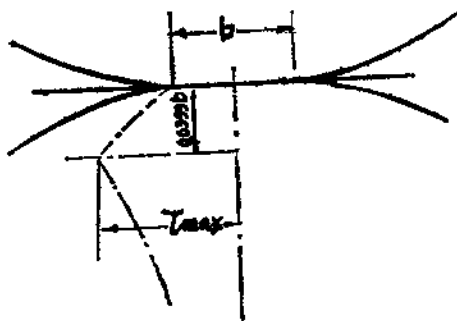


图7—1—2 滚动摩擦的接触应力

在滑动摩擦的最大剪切应力附近，经反复滚压，如果材料有缺陷（含有杂质或晶粒较粗大），将首先出现微观的疲劳裂纹。润滑油在滚动压力下楔入裂纹后，若滚动方向与裂纹方向一致，而且滚动体封闭裂纹口时，堵在裂缝里面的润滑油相楔子一样，对裂缝产生巨大的压力，迫使裂纹向前发展，最后成为点状剥落，形成麻点或小凹坑。

为了提高零件抗疲劳能力，必须选择最佳的硬度值和较高的表面光洁度、合适的润滑油粘度。

第三节 磨损的一般规律

零件的磨损规律，因配合性质不同而不同。动配合件，在正常工作条件下的磨损规律如图7—1—3所示，零件的磨损过程可分为三个阶段。在零件运转的初期阶段，由于其表面存在着微观和宏观的几何缺陷，因而发生较强烈的磨损（如图中Ⅰ区）。这一时期称为零件的走合时期。

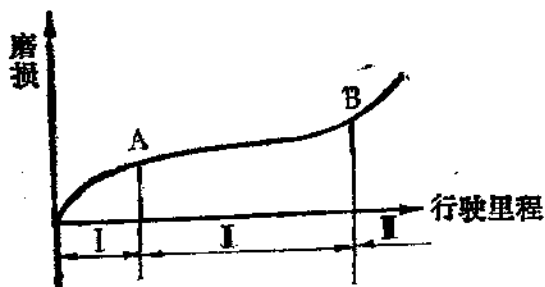


图7—1—3 动配合件的磨损规律

当零件经过走合阶段以后，零件磨损变得比较稳定，并在长时间内缓慢地增长（如图中Ⅱ区），这个阶段称为零件的正常工作时期。它的磨损属于零件的自然磨损。

当自然磨损量增加至B点时，由于间隙增大，零件的润滑条件恶化，冲击载荷增大，因而，零件的磨损速度急剧增加，（如图中Ⅲ区）。B点时的磨损称为极限磨损。零件的磨损超过极限值时，如果继续工作，由于磨损的急剧增大，可能引起事故性的损坏。

第四节 穴 蚀

一、穴蚀机理

引起穴蚀破坏的机理目前有各种不同的看法。但大多数认为是由于机械振动或流体压力变化时，在流体中有气泡的形成和破裂过程，这一空穴过程是产生穴蚀的主要原因。

通常，压力液体中都溶有气体或空气。当某种外界条件使液体的压力变化，局部压力降到某一值时，溶于液体中的气体或空气便以气泡的形式分离出来。当压力继续降低到该温度下液体的饱和蒸气压时，液体本身也会形成小气泡。

而当液体压力再次升高时，处于气泡状态的气体重新液化或溶于液体。这时由于体积骤然变小，液体骤然冲向气泡中心。当液体将气泡空隙填满的瞬间，发生水击现象，产生局部的高温 and 高压，其压力可以高达6780公斤/厘米²。

水击的压力波以超音速向四周传播，当作用到零件表面时，对其产生很大的冲击和挤压，这一过程反复进行，使金属产生疲劳剥蚀，形成小的孔穴。

也有人认为：水击产生的高温、高压作用到零件表面时，由于热电效应和电压效应而形成电化学反应，是发生穴蚀破坏的原因。

二、湿式缸套及气缸与水接触表面的穴蚀

（一）穴蚀原因

气缸套外表面在连杆摆动平面内的活塞主推动力面一侧或在进水及水流转弯处容易发生穴蚀（图7—1—4）；在气缸体上与此相对的表面，也有穴蚀现象。缸套和缸体穴蚀的原因，大多认为是缸套的振动引起的。由于活塞与缸壁间存在间隙，当活塞通过上止点时，侧压力改变方向，活塞从缸套的一面转靠到对面时，对气缸套产生撞击，使缸套发生高频振动。缸套的振动使缸套中冷却水的压力产生很大波动，为形成空穴创造了条件。

（二）减轻缸套穴蚀的措施

基于“穴蚀是由于缸套振动引起”的观点，减轻缸套穴蚀的措施如下：

- 1、减小活塞与缸套及缸套与缸体的配合间隙，减轻活塞对缸套的冲击。
- 2、提高缸套的刚度，如适当增加缸套壁厚，改变缸套在气缸体上的支承位置，可减轻缸套的振动，从而减轻穴蚀。
- 3、选用耐穴蚀性能好的材料。球状或分枝少的团絮状石墨耐穴蚀性最好；珠光体比铁素体耐穴蚀。
- 4、在水腔侧壁涂防穴蚀材料，如涂以塑料、陶瓷或镀铬等均能减轻穴蚀。
- 5、在冷却水中添加乳化油，可减少水的表面张力，从而减轻气泡爆破时的冲击压力，减轻穴蚀。
- 6、在水腔内装吸振物质，如在缸套易穴蚀表面固定一层橡胶，外覆铜保护层，以吸收缸套振动引起的液体压力波。
- 7、提高缸套外表面的光洁度。不平的表面容易形成气泡且对流动液体有干扰作用，是加速穴



图7—1—4

缸套的穴蚀破坏

蚀的因素，故修理加工中缸套表面要有适当的光洁度。

8、提高缸套外表面硬度，如镀盖硬的镀层，进行氮化处理等。

9、减小发动机工作的粗暴性，可以减轻缸套的振动。在使用中认真调整点火系及供油系，使其工作正常；同时减少长期怠速运转及大负荷低速运转。

第五节 影响零件使用寿命的因素

影响林业机械使用寿命的因素，可以从以下六个方面分析：材料质量的影响；加工质量的影响；零件材料的疲劳；配合性质的影响；基础件变形的影响以及使用因素的影响等。

一、材料质量的影响

材料质量和热处理方法，对零件的寿命有重要的影响。林机修理厂在维修生产中经常要修复和制造一些配件，因此必须重视材料的正确选择。

选择材料应考虑零件承受的载荷性质、转速、温度、润滑条件及制造工艺等情况。

磨损的发生和发展，是由材料的塑性变形开始的，材料的耐磨性与材料的硬度有关。碳钢的耐磨性随硬度和含碳量的增高而提高。但是，高硬度的零件，只有在所要求的表面光洁度下才能具有较高的耐磨性。如果表面光洁度低，在磨擦过程中凸起处可能脱落，形成硬质磨粒而加剧磨损。

承受冲击载荷的零件，除要求具有较高的硬度外，还要有较好的韧性。因为硬度高的材料脆性大，承受冲击载荷的零件不应选高碳钢，而应选低碳钢或合金钢，并进行表面处理（如渗碳后淬火和回火）。这样，零件表面硬度高、芯部韧性好，可以满足承受冲击载荷的要求。

载荷的性质影响零件的损坏形式。静载荷下零件的损坏一般是工作表面的磨损，而动载荷下零件的损坏是由于磨损和疲劳。所以对承受动载荷的零件，不仅要考虑其磨耐性，同时还要考虑抗疲劳强度。为此应选择高强度的合金钢。

高温和高速滑动条件下工作的零件，应选择热稳定性好的材料。

铸铁的耐磨性和机械强度取决于含碳量、石墨的状态及其组织结构和硬度。铸铁的耐磨性是比较高的。这不仅因为其中的石墨起着润滑剂的作用，同时石墨本身占据的孔隙也益于润滑油的渗透。

在铸铁中加入镍、铬、锰、钼及其它合金元素并进行相应的热处理，可提高其强度和耐磨性。

二、加工质量的影响

零件表面机械加工质量是指表面光洁度和几何形状公差等。其中表面光洁度对零件的耐磨性影响最显著。

在磨合阶段，零件表面粗糙的凸点互相接触，实际接触面积小于计算值，使接触点的压强和温度都高，造成凸出部分的高速磨损。

静配合件表面光洁度影响其配合的耐久性。光洁度低，粗糙的表面在压配时，凸起部分产生

塑性变形，并被剪切掉，使实际过盈量小于计算值，在使用中容易松动。

从形成油膜的角度分析，粗糙的表面，由于不平度的存在，破坏了油膜的连续性，使润滑条件变坏；但过于光滑的表面在工作过程中容易挤出润滑油，使润滑性能变坏，且制造成本较高。因此表面光洁度应适当选择。

在不同的工作条件下，磨损量与表面光洁度的关系如图7—1—5所示。图中曲线1表示在较轻的工作条件下磨损量与表面光洁度的关系；曲线2表示较重的工作条件下磨损量与表面光洁度的关系。 O_1 和 O_2 为两种条件下相应于最小磨损的表面光洁度。 O_1 和 O_2 的右方部分表示磨损量随表面光洁度的提高而增加，因过高光洁表面，零件表面含油性能差，润滑油膜薄，在大负荷下油膜容易被破坏，从而导致零件的粘着磨损。 O_1 和 O_2 的左方是随表面光洁度的降低磨损量增加，主要由于平度误差的机械咬合所致。

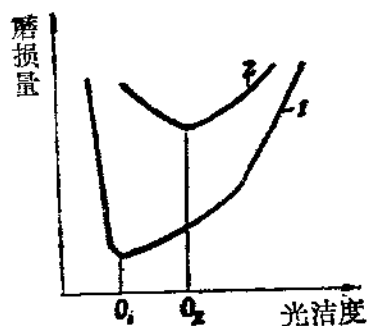


图7—1—5

磨损量与表面光洁度的关系

1—轻工作条件；2—重工作条件

三、配合性质的影响

林业机械及其总成的技术性能，与制造和修理过程中的装配精度有关。总成和部件是由多种配合方式组成的，因此在制造与修理装配时，应严格执行装配工艺与实现装配技术要求。动配合副，必须保证一定装配间隙，装配间隙经过磨合后由于磨损使间隙增大，如图7—1—6所示。动配合副的装配间隙为 S_0 ，走合后使间隙增大至 $S_{\text{走}}$ ，达到最大极限间隙 $S_{\text{极}}$ 时，该配合副必须修复。

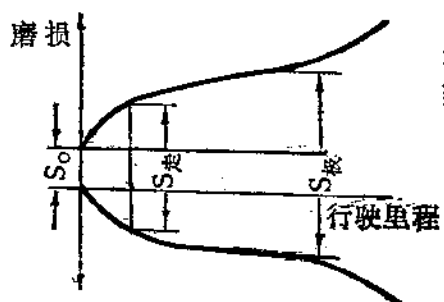


图7—1—6 动配合副的磨损特性

直接接触而擦伤表面；装配间隙过大，润滑油会从间隙中漏掉而加速磨损。因而在修理装配中，应把装配间隙控制在规定值内。

四、材料的疲劳影响

林业机械的一些零件，如轴类和弹簧等，它们所受力的大小和方向呈周期性变化，叫做交变载荷。零件在交变载荷作用下，运转一定时期后，虽然零件没有什么明显变形，往往会发生突然折断，这种现象叫做疲劳。

材料疲劳损坏的主要原因是，在交变载荷作用下材料多次重复变形，使零件产生初期微观裂纹，随着交变载荷的不断作用，裂纹不断扩展，使零件承载截面逐渐减小，当截面缩小超过最小极限尺寸时，在正常情况下，就会引起零件的突然损坏。

如果零件加工后留有刀痕、工艺结构不合理（如过渡圆角较小、退刀槽较深等），或者是金属结构本身有缺陷（粗结晶或存在着极小的孔隙、其它非金属夹杂物等），这些在工作中形成了

应力集中点，疲劳断裂将首先发生在这些地方。

疲劳裂纹经常在零件表面出现，但经过表面加工强化的零件，疲劳裂纹则出现在强化层之下。

五、基础件变形的影响

林业机械有些零件，在使用过程中可能产生不同程度的变形。零件变形破坏了各配合副的正确关系和相互位置，如同轴度、平行度和垂直度等等。这些对总成及整机的工作性能、使用寿命都有很大的影响。

1、基础件变形的原因

(1) 残余内应力的影响。有些铸铁件，如机座、缸体、桥壳、变速器壳等，这些铸铁件在浇铸冷却过程中，由于各部分厚薄不均，冷却速度不同，收缩快的薄壁部分与冷却收缩慢的厚壁部分均产生弹性内应力。铸铁件的残余内应力长期作用，会使铸件变形而内应力减小，这种现象叫内应力松弛。只有在机械加工前，对铸铁件进行自然时效处理或人工时效处理，消除内应力，才能防止形变。

(2) 外载荷的影响。林业机械，特别是汽车、拖拉机等动力机械，机架、发动机体、变速器及中、后桥壳体等基础件均承受各种超载及突然遇到障碍所产生的外力。这些外载荷，是造成基础件个别部位变形的重要因素。

(3) 温度的影响。金属的弹性极限随温度的升高而下降，同时在高温作用下内应力松弛进行得比较彻底。所以，在温度较高的条件下工作的基础件，更易变形。内燃发动机的气缸体在较大外载荷与高温的共同作用下，容易产生变形，从而破坏了表面的正确位置。

2、基础件变形对零件使用寿命的影响

(1) 机架的变形。机架与各总成之间连成一个刚性的整体，由于设计制造缺陷及使用修理不当，均会破坏这个整体间的相互正确配置关系，或者使有关总成的基础件产生变形。

从修理角度看，车架变形未能消除的主要原因，一是没有认真校正，各安装面磨损未经修复就装合；二是装配定位不合理，产生装配应力，造成变形。

(2) 缸体的变形。缸体变形后可能产生以下的位置误差：气缸轴心线与曲轴轴心线的垂直度误差；曲轴轴心线与凸轮轴轴心线的平行度误差；气缸轴心线对气缸体下平面的垂直度误差；机体前、后两端面对曲轴轴心线的垂直度误差等等。

气缸轴心线对曲轴轴心线的垂直度误差，能引起活塞连杆组在气缸内的倾斜，不利于活塞连杆组在气缸内的运动，而增大气缸和活塞的磨损。试验结果表明，当气缸轴心线对曲轴轴心线的垂直度误差在200毫米长度上为0.18毫米时，发动机气缸磨损增加30%，也就是发动机寿命降低约30%。

(3) 变速器壳的变形。变形会引起上下两轴承座孔轴心线的平行度超差、前后两平面的平行度超差。前者造成变速器传递扭矩的不均匀性，产生动载荷，同时也能引起较大的轴向力造成变速器跳挡，齿轮的偏磨较大的传动噪声等。试验表明，这种平行度误差为0.19毫米时，其扭矩不均匀性要比标准变速器高一倍。

(4) 零件变形的内因。近年来国外在研究零件变形机理的文献中提出：产生零件变形的内因为材料的结晶缺陷，如空位、位错、沿晶粒界限的缺陷、空穴和其它类杂物等。特别是位错及其扩散是影响变形的主要原因。

空位是较广泛的一种结晶缺陷。空位对金属和合金的物理化学性质有很大影响，在很多金属

中有百分之一的空位率，改变屈服极限可达10公斤/毫米²。

位错是结晶的线性缺陷，它能破坏原子间的正确排列。在退火的金属内存在大量的位错现象，即在一平方厘米上有 $10^8 \sim 10^9$ 个位错，而在冷作硬化的金属中可有 $10^{11} \sim 10^{12}$ 个。这些位错缺陷降低了金属的强度和电阻以及使其它性质变坏。位错是内应力的源泉。

扩散过程从广义上讲是系统内浓度的自行平衡，零件引起变形破坏的过程，主要是固体的扩散过程，基本原因是粒子的热运动。

固体材料的破坏不一定只在极限应力作用下才产生，而实际上，材料的破坏是逐渐的热活动过程，而且只有在温度接近绝对零度时，才不存在这种热活动过程。

第六节 典型零件的磨损

一、气缸的磨损

1、气缸磨损的特征

气缸工作表面在活塞运动区域内形成不均匀磨损，如图7—1—7，上部磨损较大，沿气缸长度方向磨成不规则的锥形。磨损最大的位置是活塞至上止点时，第一道环所对应的部位。活塞环没有接触的上口几乎没有磨损而形成台阶。气缸沿圆周方向的磨损也不均匀，形成不规则的椭圆形（如图7—1—8）。其各方向的磨损量相差3~5倍。最大磨损区的位置位于进气门的对面。

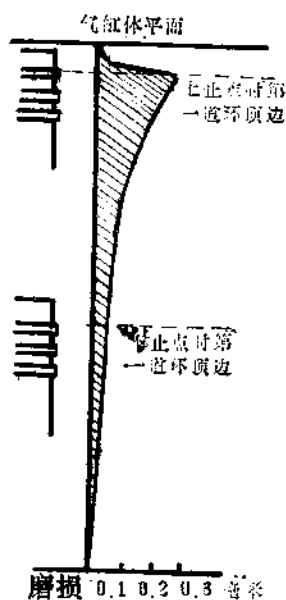


图7—1—7 气缸的锥形磨损

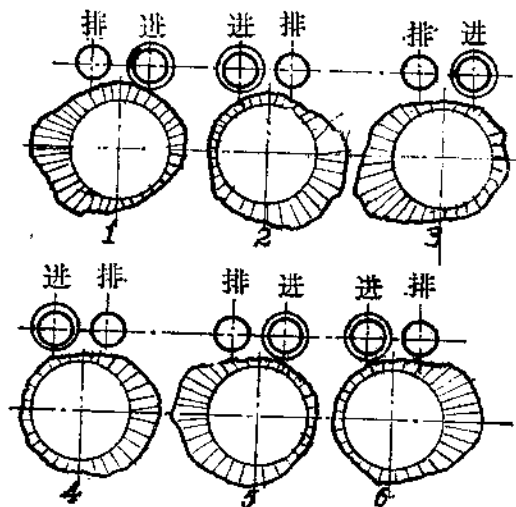


图7—1—8 气缸磨损的失圆情况

2、形成气缸锥度和椭圆度的原因

(1) 工作气体压力的影响。工作气体压力对气缸的磨损是通过活塞环对缸壁的压力实现的。由于活塞环与环槽间有一定的装配间隙，工作气体通过此间隙窜入活塞环背后，将环进一步压向缸壁。第一道环压向缸壁的压力常高达燃烧室压力的76% 其余各环依次减小，如图7—1

—9。根据流体润滑理论，在其它条件不变的情况下，外载荷越大，承载油膜越薄。当承载油膜厚度低于零件表面微观不平度的凸起高度时，两表面的局部位置将出现边界摩擦或干摩擦。这样，磨损将急剧增加。特别是发动机起动时，由于缸壁上没有足够的润滑油，磨损更大。由于各环对缸壁的压力上大下小，同时在做功行程中，压力随活塞下行时气缸容积增大而降低，造成气缸上部磨损较下部严重，呈锥形状况。

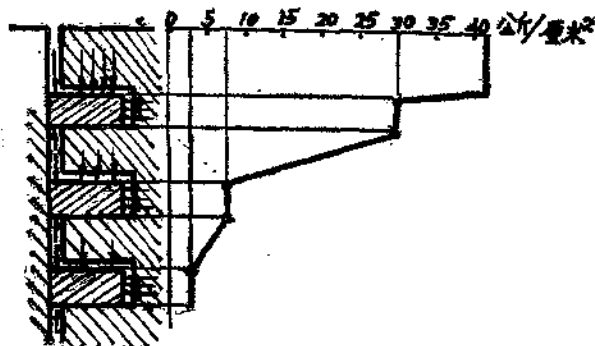


图7—1—9 活塞环的背压

气缸壁表面的腐蚀，表面金属形成了松散组织。在摩擦中很容易被活塞环刮掉，尤其气缸上部不能完全被油膜覆盖，腐蚀物质与缸壁直接作用，这种腐蚀是致使气缸上部磨损严重的重要原因之一。

(4) 润滑油中磨料物质的影响。空气中的尘土、润滑油中的机械杂质、发动机本身的磨屑和积碳等硬的磨料物质，进入气缸与活塞、活塞环的配合表面之间，造成磨料磨损。

当润滑油中含有相当多的磨料时，气缸可能产生如图7—1—10所示的“腰鼓”形磨损。因为气缸中部活塞运动速度最高，所以中部的磨损最大。

(5) 气缸径向磨成椭圆，其最大磨损量一般发生在进气门对面。这是由于新鲜空气或混合气流的吹射和冲刷作用，吹跑和稀释了这部分缸壁上的润滑油，并使缸壁的温度降低，加速了该处的磨损与腐蚀作用。此外影响气缸径向磨损不均的因素，还有气缸壁的冷却条件等，因此径向磨损最大处并不严格与进气门相对，而是与气缸低温区的综合作用。

3、防止气缸早期磨损的主要措施

为了防止气缸的早期磨损，必须从润滑条件、三滤（空气、燃料、润滑油）质量、温度、修理质量等方面入手。

(1) 要保证良好的润滑条件。①按照机械使用地区与季节，选择适当粘度的机油；②冷车起动时，应先用手摇

（或付机）转动发动机，使润滑油达到各工作表面，然后起动并采取怠速运转，使发动机温度升高；③冬季起动时，应先预热发动机；④装配时选择弹力适当的活塞环。弹力过小，密封性变差，不但降低发动机功率，同时气体也容易将环与缸壁间的润滑油吹落；弹力过大，会将润滑油膜截断而造成干摩擦，加剧气缸的磨损。

(2) 加强三滤工作。在砂土路上不装空气滤清器与经过良好滤清的相比较，气缸磨损将相差近百倍。因此滤清器必须经常保养，使滤清效果良好。

(2) 工作温度和润滑条件的影响。气缸上部温度最高，润滑油粘度随温度升高而下降，并且油膜强度降低。同时，高温下润滑油被分解燃烧，气缸上部润滑条件较差，其磨损必然强烈。

(3) 腐蚀性物质的影响。燃油燃烧后的产物中，含有碳、硫和氮的氧化物、水蒸气和有机酸等腐蚀性物质。这些腐蚀性物质对缸壁有腐蚀作用，尤其是当缸壁温度低于 90°C ，燃烧废气中有水蒸气凝结时，将形成比气体腐蚀严重得多的电化腐蚀。

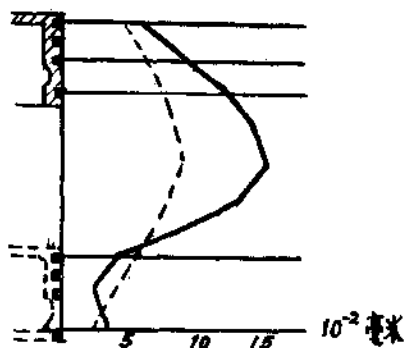


图7—1—10

润滑油污染时气缸的磨损特性

及时滤除润滑油中的杂质，是保持润滑油质量的主要方法，也是延长气缸寿命的有效措施。进入供给系统中的微小杂质，如果进入气缸时，也要加剧气缸磨损。因而要注意燃油的滤清质量。

(3) 保持发动机正常工作温度 ($80^{\circ}\sim 90^{\circ}\text{C}$)，以减少腐蚀强度。

(4) 修理装配时，应严格选配活塞与气缸的配合间隙，保证活塞连杆组在气缸中的正确位置，防止因发动机内部机件或组合件的修理、装配不当使活塞在气缸内形成不正常的运转而加大磨损。

二、曲轴轴颈与轴承的磨损

1、曲轴的工作条件及润滑条件

曲轴将活塞的往复运动变为旋转运动，它承受往复运动的惯性力、旋转运动的离心力、以及扭转力。曲轴在这些力的作用下，将发生弯曲和扭转变形。曲轴工作时轴颈表面在轴承内的滑动速度很高（超过10米/秒），摩擦表面的温度也很高，润滑油温度可达 $100\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，致使工作粘度较低，难以保证轴颈与轴承配合面的液体摩擦。

根据流体润滑理论，滑动轴承和轴颈间形成流体润滑，摩擦副间必须有楔形间隙，运动时产生油楔承载，使轴“浮起”。其条件是只有当润滑油具有足够的粘度，轴的旋转达到一定的速度，作用在轴上的负荷不超过油楔的承载能力。

发动机在实际工作中，由于各种原因，不能满足理想的流体润滑所提出的各种假设。如轴颈和轴承加工时出现的圆柱度及圆度误差、载荷的不稳定性、装配和使用中的变形使轴颈和轴承不能保证正确的相对位置、发动机起动或工况变化，都可能削弱和破坏理想的液体摩擦。

2、曲轴磨损的特点

曲轴轴颈，特别是连杆轴颈，沿其圆周方向的磨损是不均匀的。连杆轴颈最大磨损发生在朝向主轴颈轴心线的一面。连杆轴颈的颈向磨损主要与工作载荷的大小及作用的时间有关。曲轴在旋转过程中，连杆轴颈上承受各种力的综合作用，力的方向始终受到连杆大头离心力的牵制。四行程发动机在一个工作循环中，其合力主要集中作用在轴颈内侧，即面向主轴颈轴心线的一面。连杆在离心力作用下，在四个行程中几乎都与连杆轴颈的内侧接触，因而使轴颈内侧磨损较重，如图7—1—11所示。

曲轴连杆轴颈沿轴线方向的磨损在某些发动机中常形成锥形磨损。其原因有以下几个方面：

(1) 油道中机械杂质偏积的影响。通向连杆轴颈的油道是倾斜的，在曲轴旋转离心力的作用下，使润滑油中的机械杂质，随润滑油的上斜面流入连杆轴颈的一端（如图7—1—12）。

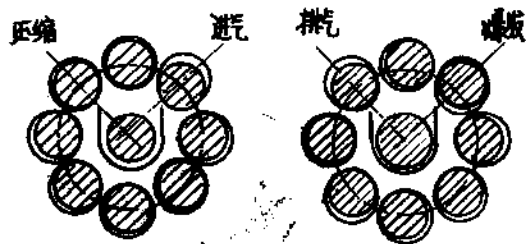


图7—1—11 连杆轴颈为轴承的接触情况

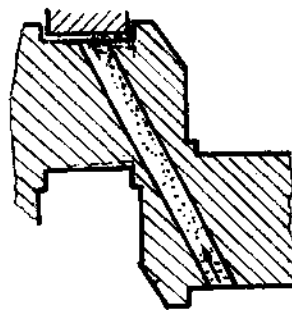


图7—1—12 润滑油杂质偏积示意图

因此，在机械杂质偏积的一端，其磨损也较大。

(2) 连杆大端结构的影响。有些发动机连杆大头轴线方向布置是不对称的，使载荷沿轴线分布不均匀（图7—1—13）。载荷大的一端磨损较大，载荷小的一端磨损较小。

(3) 当连杆弯曲、扭曲以及缸套偏斜时，作用在轴颈表面上的力分布不均，也会产生锥度。

3、影响曲轴轴颈与轴承磨损的原因

(1) 曲轴修理质量的影响。曲轴修复后，若表面硬度不够、圆度误差超过允许值、表面粗糙等都会加剧曲轴轴颈与轴承的磨损。

(2) 装配质量的影响。装配间隙过小，工作时温升高，会使轴瓦抱死或发生烧瓦现象。装配间隙过大会造成润滑油泄漏而降低油压，破坏液体润滑。过大的间隙还会引起冲击载荷，也增大磨损。

曲轴轴心线的直线度误差及主轴承座孔的同轴度误差超差时，或者曲轴不平衡量超过允许值时，也将使磨损量迅速增加。

(3) 润滑油质量的影响。润滑油选择不当或含有过多的机械杂质都会加剧轴颈与轴承的磨损。特别是在曲轴喷镀和重磨之后，应注意将曲轴油道中的磨料清除干净。

三、齿轮的磨损

林业机械传动系统中齿轮的工作是相当繁重的。它传递的载荷大，滑动速度高。由于速度和载荷经常变换，齿面受到冲击载荷的作用，如果机油温升过高，油膜会被破坏，而得不到稳定的液体润滑。同时，齿轮由于本身齿形关系，相啮合的齿轮表面存在着滑动和滚动两种摩擦。

在正常工作条件下，齿轮齿面的磨损，非常均匀而且齿面光滑。一般情况下，节圆区域磨损最大。节圆以上的齿面（包括齿顶）磨损较小，齿根及其过渡到节圆区域之间的磨损较齿顶部分为大（图7—1—14）。

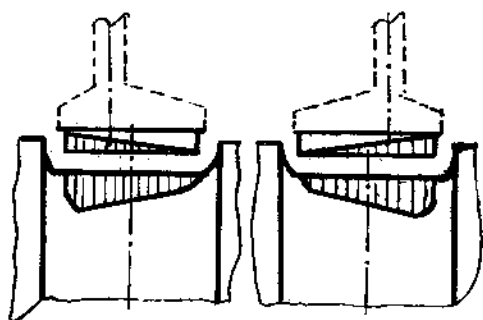


图7—1—13 连杆大端受力与磨损情况

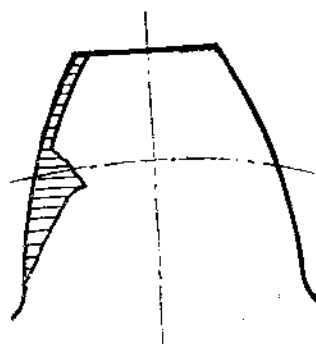


图7—1—14 主动齿轮齿面磨损示意图

在节圆区域基本上是滚动摩擦，磨损的表现是疲劳剥落。由于齿面存在着一定的微观不平度，加之啮合时会产生很大的接触应力，当压力超过金属的屈服极限时，齿面产生微观塑性变形，并在交变载荷的多次重复作用下而疲劳，在薄弱部分产生微小裂纹，形成应力集中点，发展结果，导致表面金属剥落，形成凹坑。

齿根与齿顶由于滑动速度很大，当齿轮处于高速重载和润滑不良、散热不好等情况时，接触处局部产生高温，齿面在高温、高压下产生塑性变形，使接触处粘附在一起，在两齿滑动时，较软的轮齿表面被撕掉小块造成热粘着磨损。

齿面磨损是齿轮长期工作的结果。如果使用不当(润滑、操作),齿轮装配时啮合不良、间隙不当或制造修理缺陷(渗碳层不均,齿形不正确)等,均能加剧齿轮的磨损。

四、滚动轴承的磨损

滚动轴承常见磨损部位有三个方面。

(1) 内环外滚道、外环内滚道及滚动体表面麻点磨损以致疲劳剥落。磨损的轴承使径向间隙和轴向间隙增大,使轴承在工作中发出噪音和产生高温。如果继续使用,就会使机器发生震动,引起相关零件严重损坏或造成事故。

(2) 轴承保持架的磨损。保持架材质较软,工作中与滚动体摩擦产生磨损。保持架松动后,会引起滚动体在滚道中发生卡滞,严重时造成滚动体脱落和碾碎钢环等事故。

(3) 紧配合表面松动。外圈和座孔的松动、内圈和轴的配合松动,都能引起配合面的磨损。

第七节 零件磨损量的测定方法

零件磨损量的测定方法,有以下几种,如表 7—1—5

零件磨损量测定方法 表7—1—5

测定方法分类	测 量 方 法	优 缺 点
测 量 尺 寸 或 重 量 的 变 化	用专用仪器或天平测出磨损后的重量变化或同一位置尺寸变化即可求得零件的磨损量。	其缺点是测量时受很多条件的限制,同时测量时必须拆下零件,费时费力
人 工 基 准 法	在摩擦表面人为的制作一定几何形状的凹槽,做为测量磨损量的基准。测量凹槽磨损前后的尺寸变化,即可确定摩擦表面的局部磨损量。测量时只要测量凹槽的某一尺寸,如对角线等,通过计算求出凹槽在深度方向的变化,即可得出局部直线磨损量	其缺点是: 1、刻痕边缘形成的凸起会破坏表面原始粗糙度; 2、屈服点较高的材料会发生弹性恢复,影响测量精度。
分析润滑油中含铁量 确定 磨 损 率 法	从润滑油中取样烧成灰烬,然后进行化学分析或光谱分析,确定零件的磨损率。	不同时间间隔取样分析可得出零件的磨损率,可评价影响零件磨损的因素。但不能确定零件的绝对磨损量及其磨损的分配情况
用放射性同位素测量 磨 损 量 法	将放射性元素引入摩擦表面,随着磨损,放射性同位素原子与磨损产物一同落入润滑油中,润滑油中的放射性原子数量与磨损量成正比。则测定放射性元素的辐射强度即可确定润滑油中的金属量,从而确定零件的磨损量。	这种测量方法具有很高的灵敏度(10^{-8} 克),可以在不停机和不拆卸机件情况下确定磨损量或个别零件的磨损,以及自动记录磨损量的变化。在各工业领域的应用越来越广泛

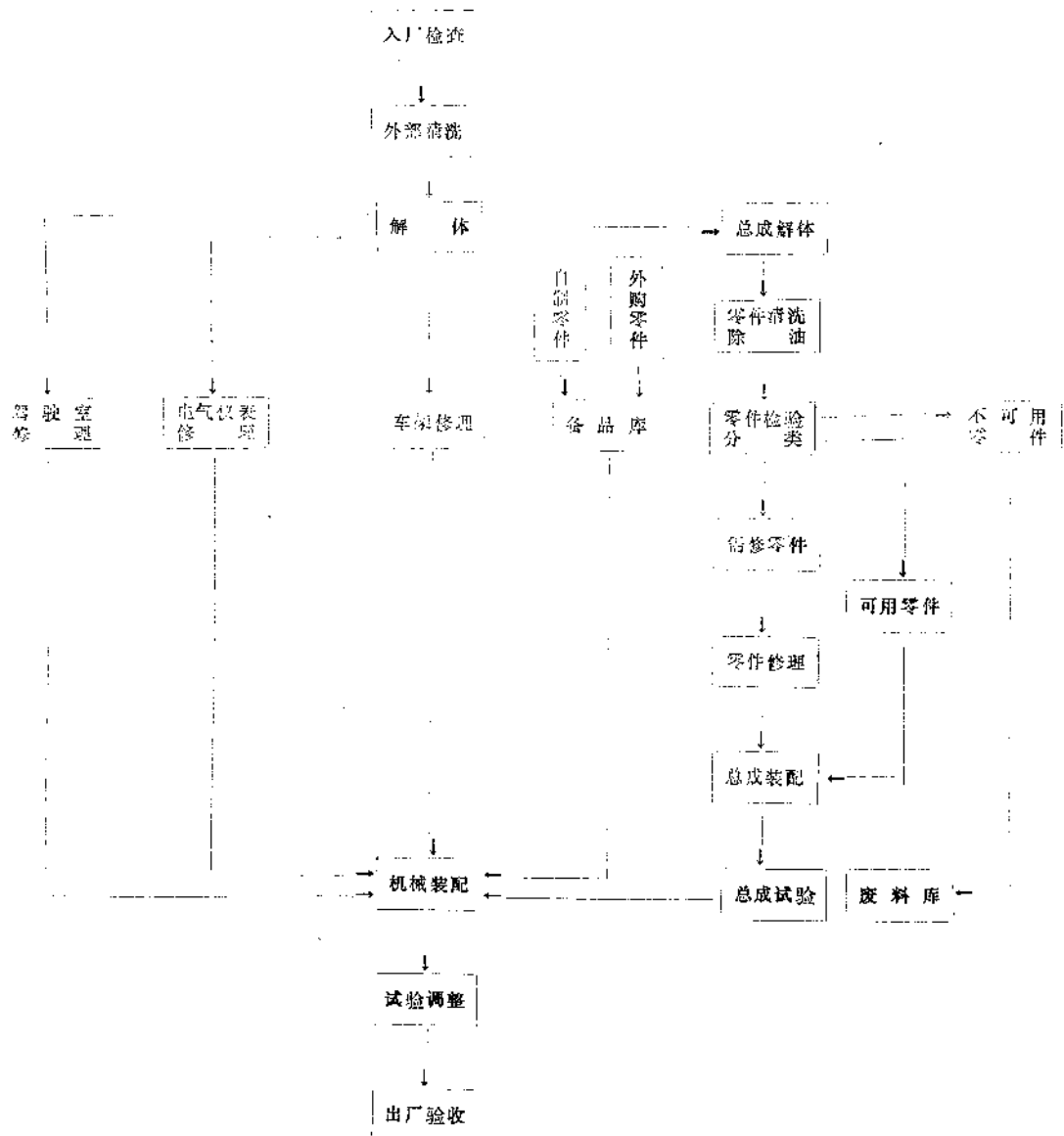
第二章 林业机械修理工艺

林业机械的修理作业是由许多种工艺组成的。按照一定次序完成这些作业的过程，称为林业机械修理工艺。由于修理组织的方式不同，其工艺过程也不同。

第一节 常用的两种林业机械修理工艺

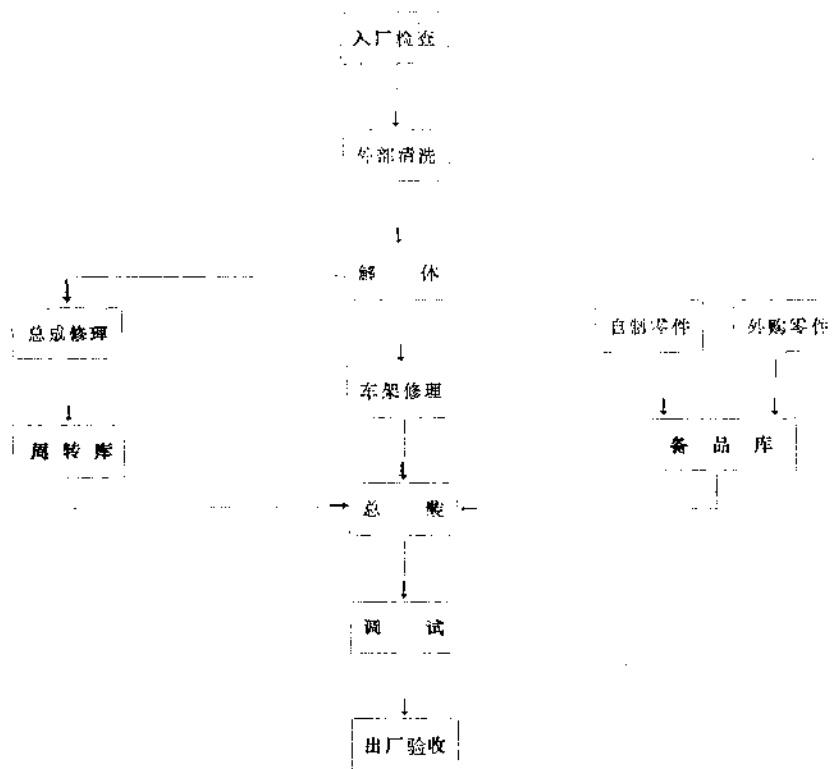
一、就车修理法

就车修理法的大修工艺流程如下：



二、总成互换修理法

机械的总成互换修理法大修工艺流程如下：



第二节 外部清洗

进厂大修的机械或总成，在拆卸前应进行外部清洗，去掉外部灰尘、泥土与部分油污，以便于拆卸施工的进行。

外部清洗目前有四种方法（如表 7—2—1）。

表 7—2—1

分 类	主 要 组 成 及 用 途
固定清洗机清洗	在室外或室内固定清洗机（台）上清洗，清洗台两侧装有定向喷头，清洗台中部纵向装有旋转喷头，清洗两侧及底部，用于大型修理厂
移动式清洗机清洗	清洗机由电动机、离心水泵、吸水管、橡胶管及可调节的单式喷嘴组成，适于各种修理厂
高温高压化学清洗	主要由自动点火的旋转式燃油喷射锅炉、电动高压水泵组、喷枪、水软化器、水箱及药箱等组成，适于各种修理厂
自 来 水 清 洗	自来水直接清洗

第三节 拆 卸

一、提高拆卸质量和效率的措施

入厂大修机械经外部清洗后，先拆成各个总成，再将总成拆成零件。拆卸质量和工作效率在很大程度上取决于拆卸的劳动组织、工艺安排、工具使用、操作技术及机械化程度（见表7—2—2）。

表7—2—2

项 目	措 施
合理安排组织拆卸作业	生产能力不大的修理厂采用固定作业法；大型修理厂采用流水作业法。
合 理 安 排 工 艺 顺 序	按机械的结构和工作地点，一般是由表到里，先简单后复杂的顺序安排拆卸作业。
正 确 使 用 拆 卸 工 具	①拆卸螺母、螺栓应根据其规格，选取合适的固定式扳手或套筒扳手，尽量不用活扳手；②公制和英制扳手不混用；③拆卸衬套、齿轮、皮带轮和轴承等紧配合件时，应使用专用拉出器或压力机。
有特殊要求的零件应做好 标 记	较高配合要求的零件，如主轴承盖、连杆轴承盖、油泵柱塞副等，拆卸时应作好记号；对有平衡要求的零件如曲轴、飞轮等。拆卸时应注意记号，没有记号的应补记，以防装配时破坏其静、动平衡。
螺 纹 连 接 的 拆 卸	螺纹锈死不能拆卸时，可采用以下方法： ①先将螺母旋进1/4转，然后退出，反复紧松，逐步退出； ②在螺母与螺杆间加注热油，30分钟后进行旋出； ③用喷灯加热螺母后再行旋出； ④螺栓拆断在螺孔内，其上端钻孔，用圆锥形钢棒插入孔内将螺杆旋出； ⑤缸盖等处由多螺栓组成的螺栓组应按规定次序拆卸，以防变形。

二、拆装工具和设备

为了提高生产效率，减轻体力劳动和保证质量，除配备一般工具外，还应配备必要的拆装专用工具。同时应力求机械化。拆装工具和设备大致可分为下列三类：

1、拆装螺纹连接件的工具和设备

修理中拆卸螺纹连接件的工作量一般约占总拆卸工作量的50~60%。因此，应尽量实现机械化。

机动扳手根据采用的能源不同，可分为电动、风动、液力传动三种。

电动扳手通常采用低压（36伏）高频异步电动机作为驱动装置。工作可靠、效率较高（ $\eta=0.4\sim0.60$ ）。

液动扳手工作无噪音，效率高（ $\eta=0.7\sim0.80$ ），但设备购置费用高。

风动扳手结构简单、轻巧、使用方便，效率较低。目前在具备压缩空气网络的修理厂内，采