

78.23  
WYC

343530

# 轴承与密封件



# FOS

机修技术丛书



上海科学技术出版社

# 轴承与密封件

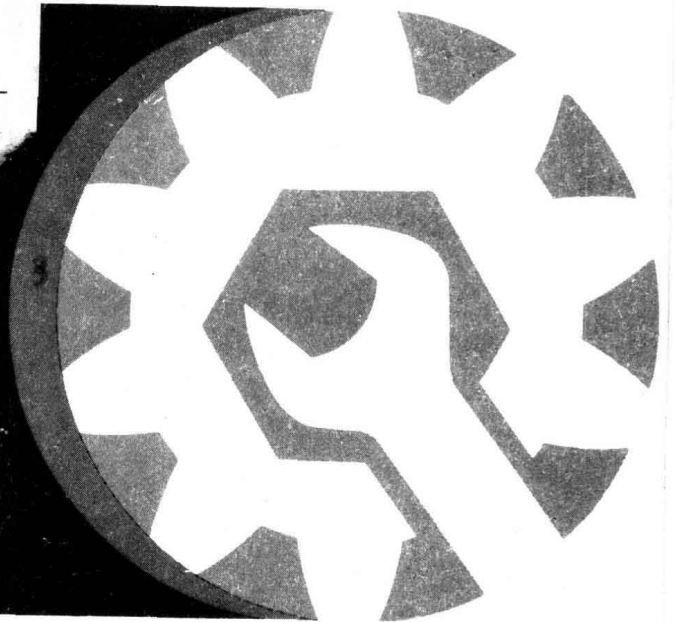


还 期 表

证 还 期

FOS

机 修 技 术 丛 书



魏 育 初 译 史 伯 鸿 校

上 海 科 学 技 术 出 版 社

JAN 67/10

机修技术丛书

**轴承与密封件**

魏育初 译 史伯鸿 校

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

该书书店上海发行所发行

上海印刷技术研究所激光照排实验室排版

上海市印刷六厂印刷

开本850×1168毫米 1/16 印张5.5

1982年11月第1版 1982年11月第1次印刷 印数1—20,000

统一书号: 15119·2171 定价: 0.83元

## 出版说明

机器维修工作是农业机械化事业中不可缺少的组成部分。维修工作的好坏关系到农业机械在农业生产中能否充分发挥效能的问题。只有把技术维修工作作好了,才能保证农业机械经常处于正常的技术状态,作到不误农时,提高利用率,延长其使用寿命和降低生产成本,达到增加生产增加收入的目的。要搞好维修工作,必须具备一定的有关动力机械的知识,熟悉农业机械零部件的结构特点、工作原理、可能发生的故障、失效的原因和检查修理方法。为此目的农业机械部组织翻译出版了这套约翰·迪尔公司编写的《机修技术丛书》(简称 FOS)。

这套丛书内容丰富,采用了大量插图,清晰鲜明,表达力强,文字叙述深入浅出,通俗易懂。重要部分,反复讲述,说理透彻,易于为读者理解掌握。每章后面还附有思考测验题,帮助读者加深认识。这套丛书在美国的一些技术学校里被采用为培训修理人员的课本,介绍的典型实例虽然是美国的,但原理部分具有普遍性。除农机以外,对汽车等也是适用的。目前本书在世界上已有英文、德文、法文、西班牙文、瑞典文及荷兰文等六种文字的版本。因此,我们相信这套丛书的翻译出版对于提高我们的修理水平是会有帮助的。

《机修技术丛书》有以下十五个分册:

- 《发动机》
- 《电气系统》
- 《液压系统》
- 《传动系统》
- 《空气调节》
- 《联接件》
- 《轴承与密封件》

- 《皮带与链条》
- 《轮胎与履带》
- 《燃料、润滑油和冷却剂》
- 《玻璃纤维/塑料》
- 《割草与喷雾装置》
- 《零件损坏的鉴定》
- 《车间工具》
- 《焊接》

这套《机修技术丛书》是由农业机械部农业机械化管理局组织有关高等院校、科学研究单位以及一些专业技术人员翻译的,在稿件的审校整理方面,东北农学院、北京农业机械化学院、北京农业机械化研究所和黑龙江红兴隆国营农场管理局科研所给予了大力的支持。约翰·迪尔公司无偿提供了这套书全套网版和原著,在此一并表示谢意。

※ ※ ※

《轴承与密封件》为《机修技术丛书》的一个分册。全书分“轴承”和“油封”两个部分。首先介绍了滑动轴承、滚动轴承、滚柱轴承及滚针轴承等的类型、安装、保养、故障的判断和排除以及轴承的修复等;接着介绍了唇形、防尘、间隙、环状、端面等密封件以及压缩及模压密封垫,金属及非金属衬垫等;最后还介绍了膜片密封装置、静态 O 型密封圈及密封胶等。

本书可供农村机务人员,拖拉机汽车厂工人、技校师生以及管理和设计人员阅读参考。

※ ※ ※



We have  
a long-range interest  
in good service

## 目 录

## 第一部分 轴 承

前言 .....	1
轴承的类型 .....	2
轴承承受的载荷 .....	2
滑动轴承(衬套) .....	3
滑动轴承的安装 .....	5
滑动轴承的润滑 .....	7
滑动轴承的修复 .....	10
滑动轴承的故障判断 .....	14
滑动轴承的故障排除 .....	17
滚动轴承 .....	18
滚动轴承承受载荷能力 .....	19
滚动轴承的类型 .....	20
滚柱轴承的类型 .....	21
滚针轴承的类型 .....	22
滚动轴承的安装 .....	23
滚动轴承的保养 .....	27
故障判断 .....	31
滚动轴承的润滑 .....	36
滚动轴承故障排除 .....	41
密封件的类型 .....	43

## 第二部分 密 封 件

密封件的选择 .....	44
动态密封件 .....	44
唇形密封圈 .....	44
防尘密封件 .....	50
间隙密封件 .....	52
环状密封件 .....	53
端面密封件 .....	58
压缩密封垫 .....	59
模压密封垫 .....	60
隔膜密封装置 .....	68
静态密封件 .....	69
非金属衬垫 .....	69
金属衬垫 .....	72
静态O型密封圈 .....	72
发动机气缸盖衬垫 .....	75
密封胶 .....	80
固化密封胶 .....	80
非固化密封胶 .....	81
胶带 .....	81

# 第一部分 轴 承

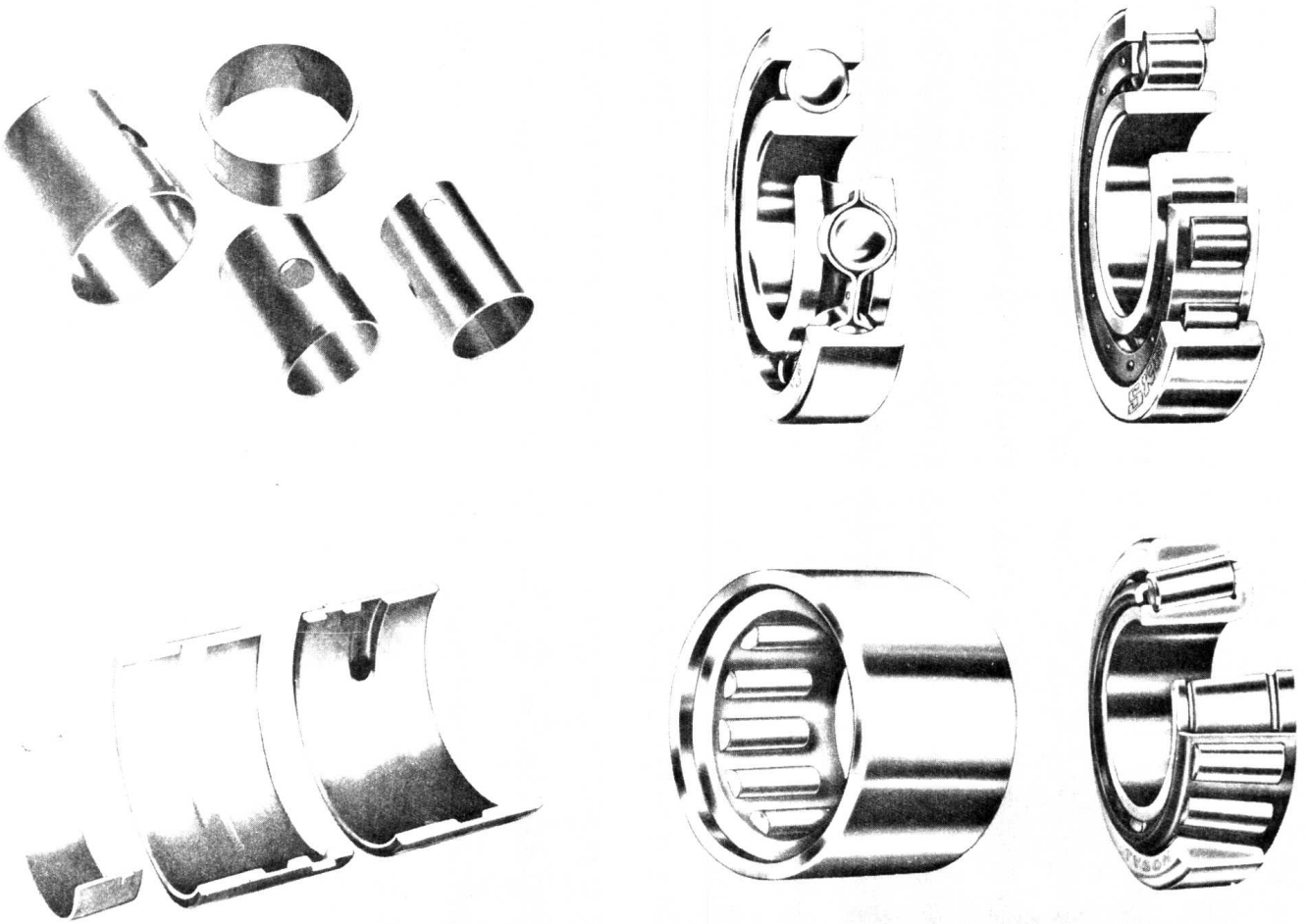


图 1 - 近代机器上所用的各种类型的轴承

## 前 言

在支承件内转动的无论是齿轮、轮子或者轴都必须采取减少摩擦和磨损的措施。

轴承的用途：

1. 支承运动部件。
2. 减少摩擦力。
3. 减少磨损。
4. 提供可以更换的磨损表面。

轴承可以支承运动部件，承受它们的径向和轴向负荷，并同时保持它们的位置。

无论是滑动接触（平轴承）或滚动接触（抗磨轴承）轴承都可以减少摩擦力。通常除依靠轴承本身结构外还借助于润滑油以减少摩擦。

由于减少了摩擦，轴承也减少了磨损。同时，在维修时只需更换磨损的（轴承）表面，这就要比更换被轴承支承的齿轮、轮子或轴经济得多。

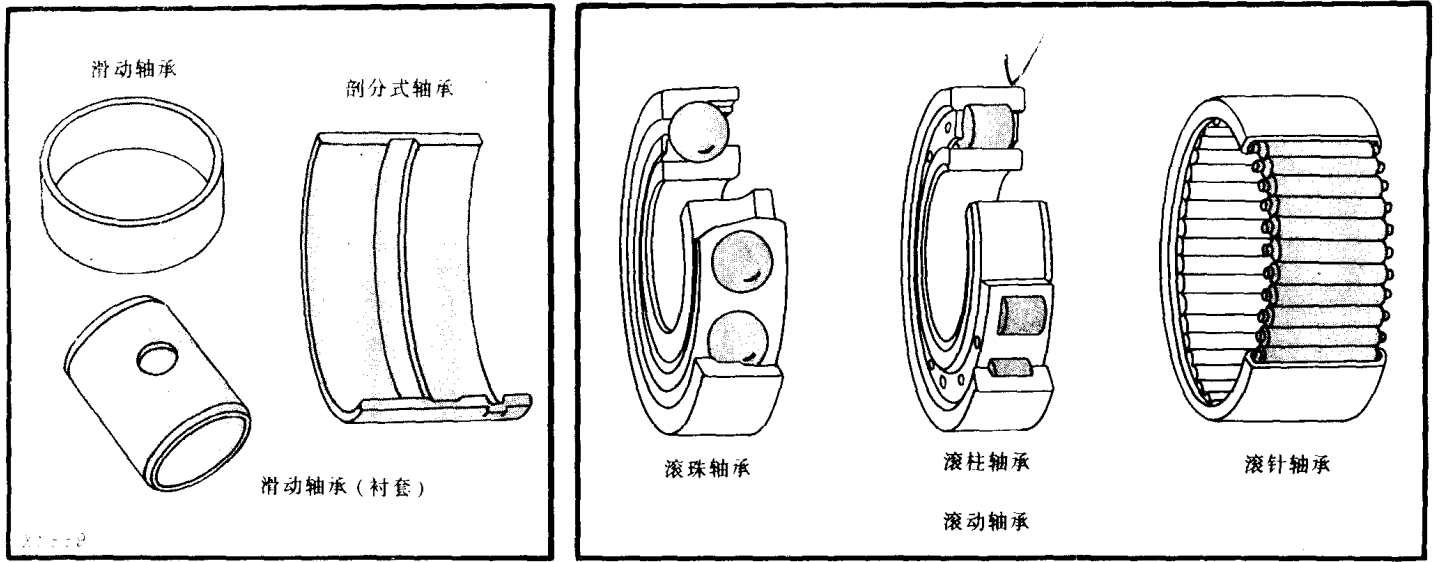


图 2 - 轴承的两种基本类型

### 轴承的类型

轴承有两种基本类型:

- 滑动轴承(衬套)
- 滚动轴承

滑动轴承(图 2)的配合表面间是滑动接触。又名“衬套”。

滚动轴承(图 2)配合表面间是滚动接触。轴承内装有滚珠或滚柱,以产生滚动摩擦。

### 作用在轴承上的负荷

由于轴承可以承受轴向负荷或径向负荷,(图 3),所以必须根据它们的特定用途进行设计。

径向轴承只能承受径向负荷(侧向力)。推力轴承只能承受轴向负荷(端面)。有些轴承则同时能承受径向和轴向负荷。

轴向负荷也可以由锥形滚柱轴承和某些滚珠轴承来承受。根据轴承的设计,在这些轴承中将一部分径向负荷转换为轴向负荷。

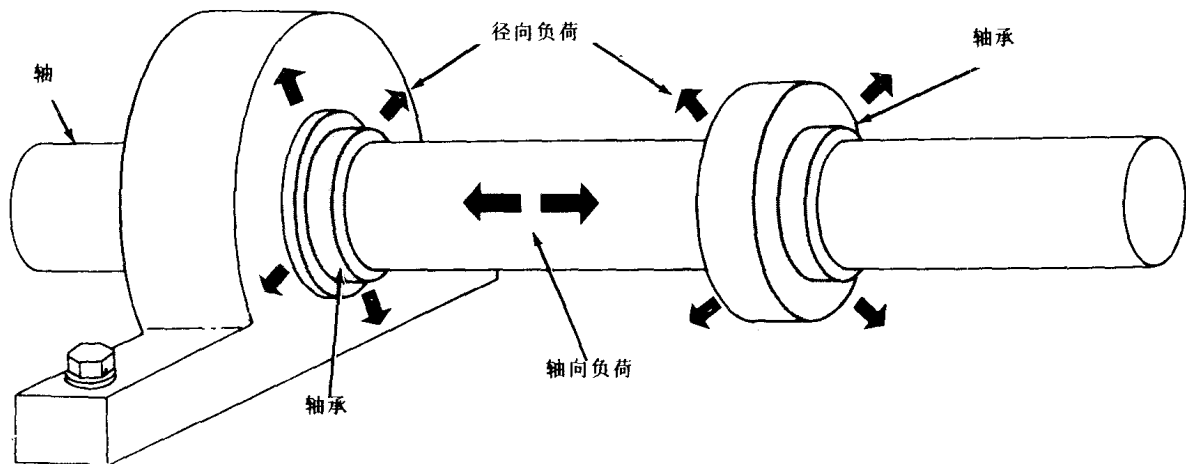


图 3- 作用在轴承上的力



图4 - 常见的滑动轴承

### 各类轴承的优缺点

滑动轴承和滚动轴承都各有优缺点。现比较如下：

#### 滑动轴承（衬套）

优点：

1. 体积小。
2. 成本低。
3. 操作平稳无噪音。
4. 结构坚固。

缺点：

- 1 摩擦力大。
2. 由于不能装填润滑剂，需要经常润滑。

#### 滚动轴承

优点：

1. 摩擦力小。
2. 可以装填润滑剂，减少润滑次数。
3. 通用性好——种类繁多。

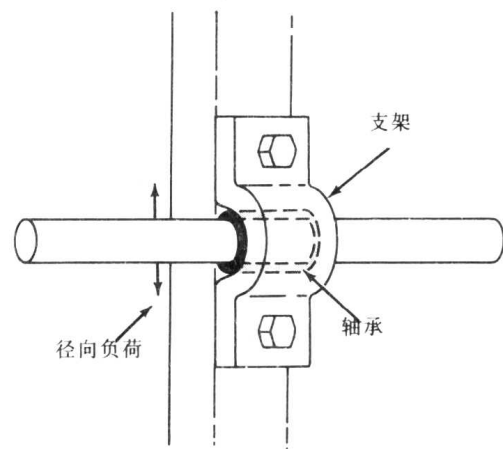
缺点：

1. 与滑动轴承比较体积大。
2. 噪音较大。
3. 比滑动轴承成本高。
4. 不如滑动轴承坚固。

以上介绍了有关轴承总的情况，下面让我们详细研究各种基本类型的轴承。首先是滑动轴承。

#### 滑动轴承（衬套）

图4所示滑动轴承常称之为衬套。因为“轴承”和“衬套”是意义相同的术语，我们统称之谓轴承。



X8328

图5 - 只承受径向负荷的轴承

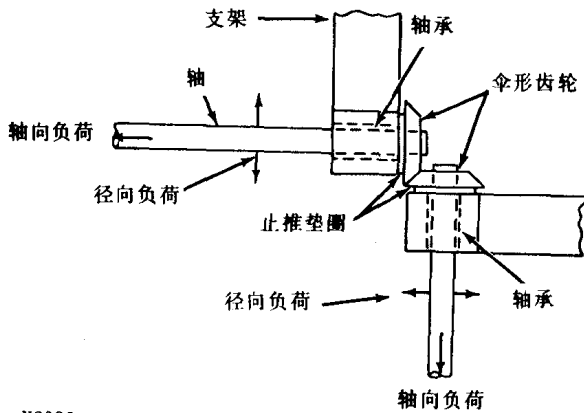


滑动轴承占有较小的空间,通常成本也低于滚动轴承。对于需要经常维修并且所在位置够得着的部件可使用滑动轴承。但是,如果有足够的空间,位置不易够着,负荷大,速度高,不需要经常维修,而成本又不是主要因素,这时多用滚动轴承。

滑动轴承上的负荷

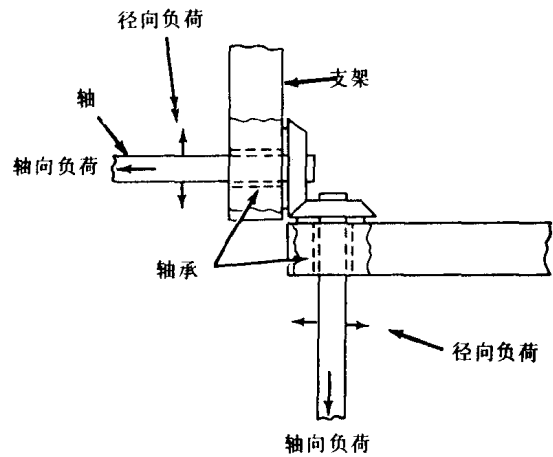
在讨论滑动轴承之前,要先比较一下承受径向负荷和

轴向负荷的两种轴承之间的差别。图5是只承受径向负荷的轴承。



X8329

图6 - 用于径向负荷型轴承上的止推垫圈



X8330

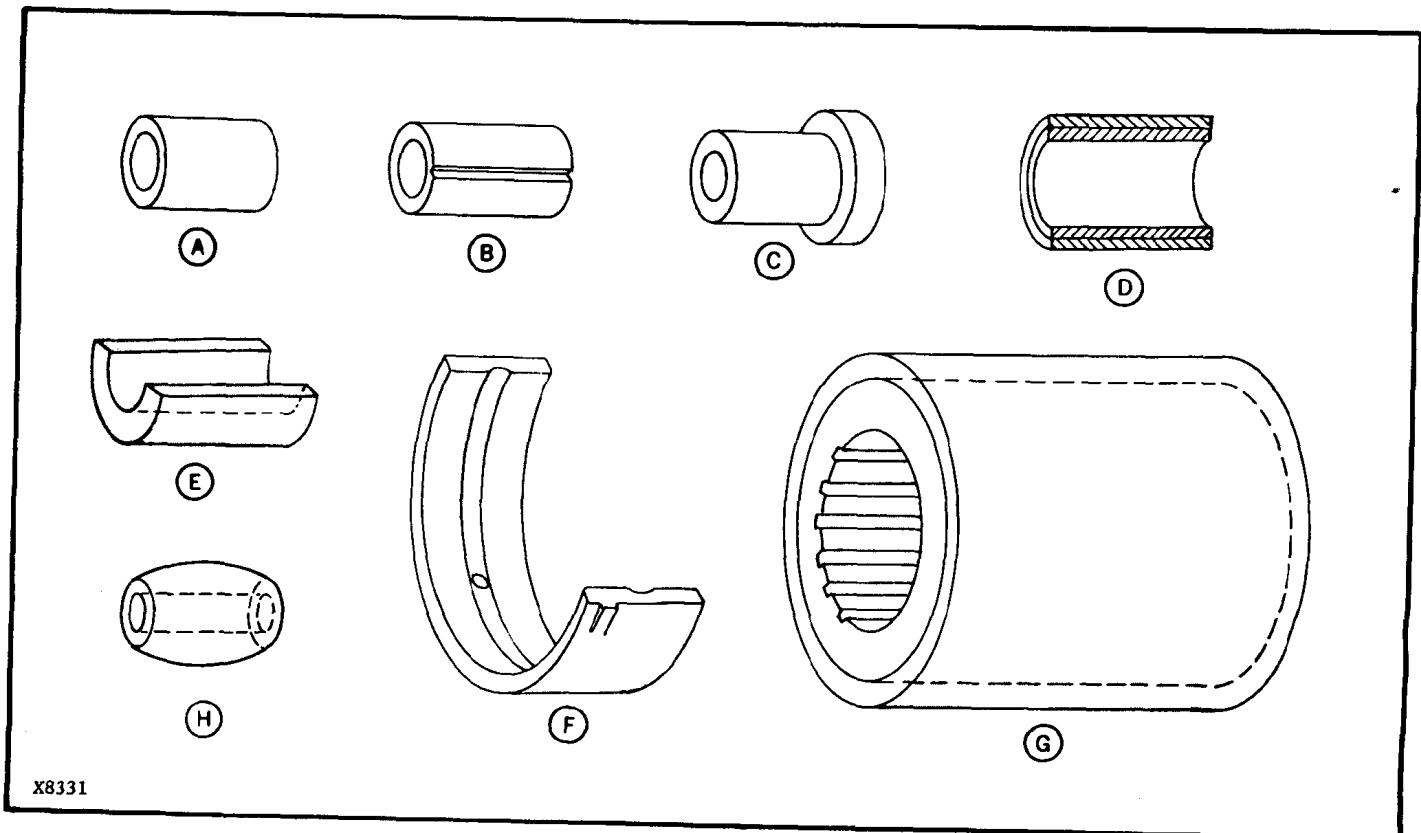
图7 - 承受径向负荷和轴向负荷的轴承

以和止推垫圈一起使用,见图6所示。

如同时受到径向和轴向负荷,径向负荷类型的轴承可图7所示是同时承受径向负荷和轴向负荷的轴承。

滑动轴承的类型

图8是部分典型的滑动轴承,说明见下页。



X8331

图8 - 滑动轴承的类型

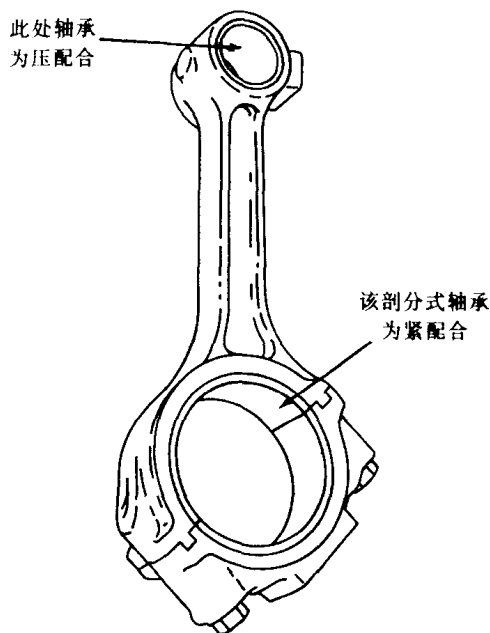
- A. 整体式轴承或轴套,这类轴承通常由铜、黄铜、青铜或塑料制成。只能承受径向负荷。
- B. 这种缝隙型轴承系由带料卷制而成。一般由铜、青铜及钢料制造,也只能承受径向负荷。
- C. 推力轴承能同时承受径向力和轴向推力,常用材料为青铜或塑料。
- D. 这类剖分式轴承常有一钢衬垫,其上衬有青铜或巴氏合金。只能承受径向负荷。
- E. 这种剖分式轴承可用木材、塑料、橡胶或粉末冶金制成,也可用铸铁。它也只能支承径向负荷。
- F. 这种剖分轴承常用作发动机曲轴轴承。具有钢的或青铜的衬垫,并浇铸以软的巴氏合金。此外,还有不同类型的铜铅合金、锡或银的轴衬。这些不同类型的轴承能承受径向负荷和轴向推力。
- G. 整体式轴承,具有一带槽的橡胶套,橡胶槽形成一系列通道,使通常作为润滑剂的水流过轴承。这种轴承只能承受径向负荷。
- H. 自位轴承,外表面成球形,因可以改变位置故能和轴自动对准。可安装在球形轴承座内或弹性支架如橡胶中。通常上面有一槽以防止轴承转动。

滑动轴承的安装

滑动轴承和轴承座之间通常用压配合或热压配合,以防止轴承在轴承座内转动,同时保证有良好的导热性能,这对延长轴承寿命非常重要。

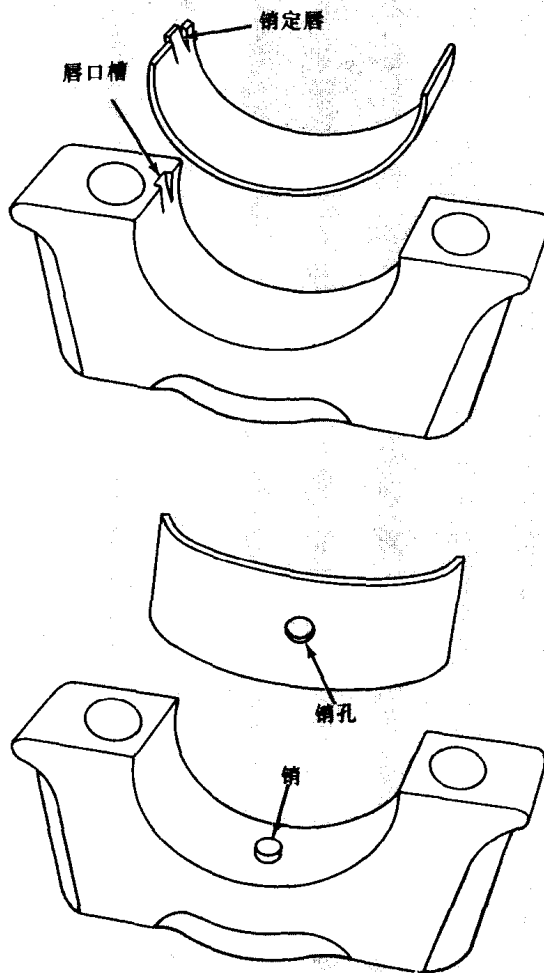
在轴承孔和轴的外径之间保持有运转间隙。

有些滑动轴承装有密封件,以保存润滑油和防尘(见本书第二部分“密封件”)。



X2896

图9-轴承装配两种型式



X 1909

图10-轴承锁定两种型式

图9所示为安装在发动机连杆内的两种轴承。

活塞销孔在轴承压合后,需要铰孔,以便与活塞销尺寸相配合。

连杆的另一端是紧固在一起的剖分式轴承。

剖分式轴承通常都要固定,以防止和轴一起旋转。图10为剖分轴承两种固定方法。

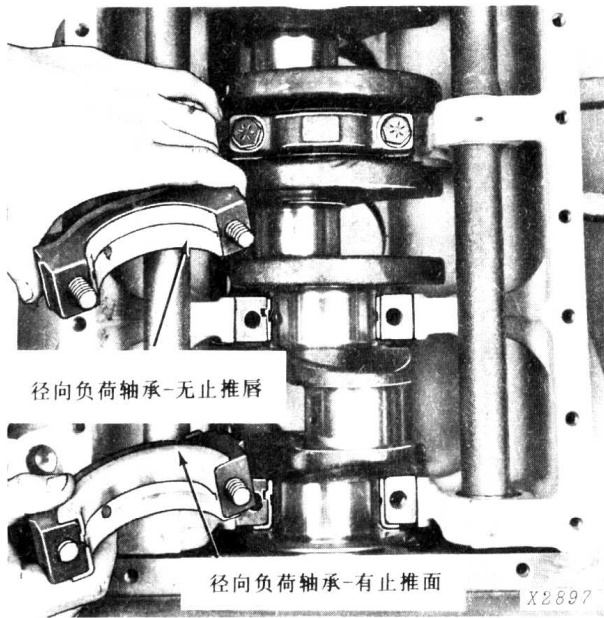


图11-径向和轴向剖分轴承

关于剖分式轴承还应该注意轴向和径向剖分轴承之间的差别(见图11)。

有些轴承除了轴承外径和轴承座之间的间隙以外,在轴和轴承之间还有运动间隙,这类轴承称为浮动轴承,用在像涡轮增压器之类设备上。这种机器转速很高(80000转/分或更高),而负荷较低。轴与轴承间的“油膜”层可起到保护作用。

### 滑动轴承材料

轴承可由很多种材料制成,其中有:木材、塑料、铸铁、冷硬铸铁、软钢、淬硬钢、铜、黄铜、青铜、铅铜合金、铝、巴氏合金以及粉末冶金(铁、黄铜、铜、石墨、酚醛原料以及尼龙)等。

选用哪种材料则要根据有多大的空间,轴的转速、承担的总负荷、润滑型式而定,在很多情况下还要考虑到设备的成本。

1. 木制轴承:通常用于大型的、转速很慢的轴,如遭受超量尘土的输送机。它的成本低,不必过多照看,使用寿命较长并且易于更换。

2. 铸铁及冷硬铸铁轴承:常用于轴转速较低及尘土很大的环境中,由于这种轴承对尘土的抗磨性好,所以常用于下列设备中,如圆盘耙、犁以及其它转速较慢的机器。

3. 软钢轴承:用于支承运动量比较小的轴,以及主要只起支承作用的情况下。

硬钢轴承用于支承大型低速轴或用作低速轮子及类似场合的轴承。

4. 铜、黄铜和青铜制的轴承:广泛地用来支承机器里的轴和齿轮。每种材料都有不同抗磨特性。通常根据使用情况决定材料,青铜一般用得最为普遍。

5. 铜铅轴承:它是双金属合金,通常用于需要铜的刚性,加上铝的良好特性,用作发动机曲轴轴承中,为巴氏合金、锡、锰、黄铜等作底板。它较其它金属使用寿命长,维护容易。

6. 巴氏合金轴承:是铅、锡、锑和其它一些金属的合金。由于比较软,因而具有非常良好的嵌入特性,能将进入轴承的夹杂物嵌入软的巴氏合金而不会使轴磨损。这类轴承多用于发动机曲轴和凸轮轴轴承。

7. 铝轴承:考虑设备重量是主要因素时常用铝轴承,另外也用于高速轴和某些发动机曲轴轴承。

8. 金属陶瓷轴承(铁、黄铜、青铜、石墨等):常用在不需要经常维修的机器上。它由经过高压和高温处理的极细粉末所制成。这种轴承能吸收润滑剂,因此保养简便。

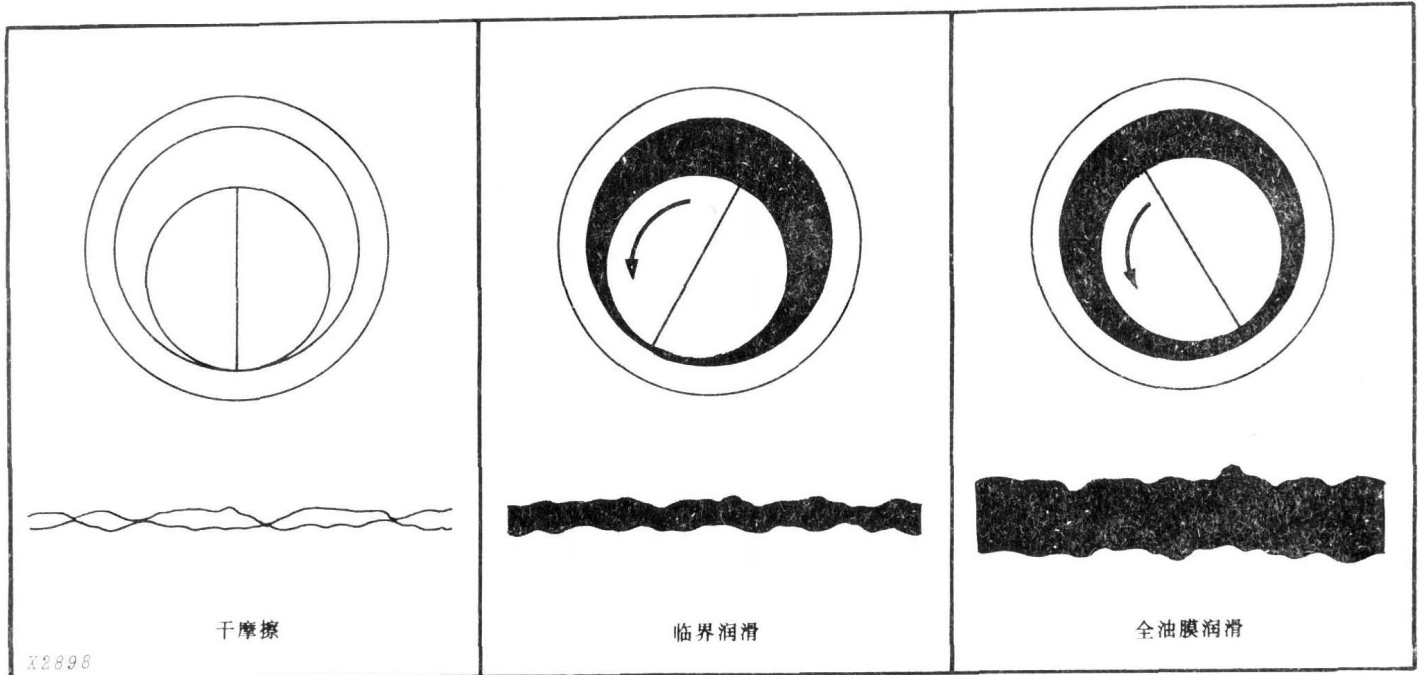


图 12 - 三种摩擦形式

9. 塑料轴承（酚醛、聚四氟乙烯及尼龙等）：由于其抗腐蚀性能强、作业平稳及易于塑造等优点，目前正作为轴承材料推广普及。它还能部分地自动润滑，降低了对润滑的要求。

层压酚醛轴承由棉布、石棉或其他一些填充物与酚醛树脂粘结而成。它具有很高的强度和抗振能力。由于转动平稳，常用来制造凸轮轴齿轮，该处噪音是一个重要因素。酚醛导热性能差，因此需要采取冷却措施。

10. 橡胶轴承：在汽艇和轮船上的螺旋桨及舵轮轴、水轮机、泵或沙石清洗机及其它输送水和泥浆的机器上的轴承都用橡胶制造。橡胶的弹性能减少振动，使作业平稳。在工作时允许具有较大间隙并能补偿安装时的不同轴。

### 滑动轴承的润滑

润滑可以减少轴承摩擦和磨损。摩擦愈少，磨损也相应减少。

滑动表面间的摩擦或者润滑状态有三种，见图 12。

- 干摩擦
- 临界润滑

### • 全油膜润滑

干摩擦是两接触表面之间没有任何润滑，例如履带上销子和轴套。

临界润滑是滑动表面之间润滑油为一层很薄油膜。只有在运动速度较低及负荷较小时才采用这种润滑。

全油膜润滑由于液动压使两滑动表面完全分离，因而磨擦力大大减小，轴承使用寿命也相应延长。

图 12 表示从临界润滑到全油膜润滑的三种状态（轴受到向下作用的负荷）。当轴开始转动时，呈临界润滑状态，并逐渐沿轴承壁爬升。到速度适合时，由于液动压增加，轴就返回并移到轴承的另一侧。

只有在使用正确的润滑剂，轴承结构良好及适当的转速等条件互相结合在一起时，才能获得全油膜润滑。

如果没有使用合适的润滑油，轴承性能就会变劣。

例如，润滑油粘度太稀，液体不能支承起轴，则出现金属与金属的接触。

如粘度太大，由于润滑油搅动产生的摩擦增加，使轴发热，如温度过高，轴承就会损坏。

润滑油在轴承中是如何分布的

为了使轴承工作良好,必须具有下列性能:

1. 必须有分配润滑油的措施。
2. 必须有正确的润滑油间隙以便与轴相配合。
3. 轴承表面光洁度必须与轴、润滑油以及回转速度相适应。

油 槽

油槽必须保证轴承获得充分的润滑油分布。图 13 所示为一些油槽的结构。

轴承的间隙

轴承间隙十分重要。它由负荷、速度及润滑油形式来决定。

如果间隙太小,负荷和轴的回转速度会造成轴承过热和损坏。

如果间隙太大,润滑油就会泄漏,使液动压太小,造成摩擦和磨损。

轴承表面的配合

图 14 表示润滑的三种状态。每种情况都取决于润滑油粘度,轴的转速和配合表面的光洁度。

由于使用粘度太稀的润滑油或者表面太粗糙不能被规定采用的润滑油所分隔开则会引起表面直接接触。

最低的润滑要求是润滑油能把配合表面分隔开,以防止配合表面直接接触。这种情况存在于回转速度相对地缓慢时。而当润滑油粘度较大转速又较快时,由于搅动润滑油的摩擦力增加会使轴承过热。

被液体动压力分隔开的表面是理想的润滑状态。配合表面、转速以及润滑油粘度都影响达到这个状态的可能性。如果表面太光滑,而轴转速太慢,则液动压将不足以使轴抬起,这时,两表面可能会接触或者仅仅是被润滑油膜所分隔开。

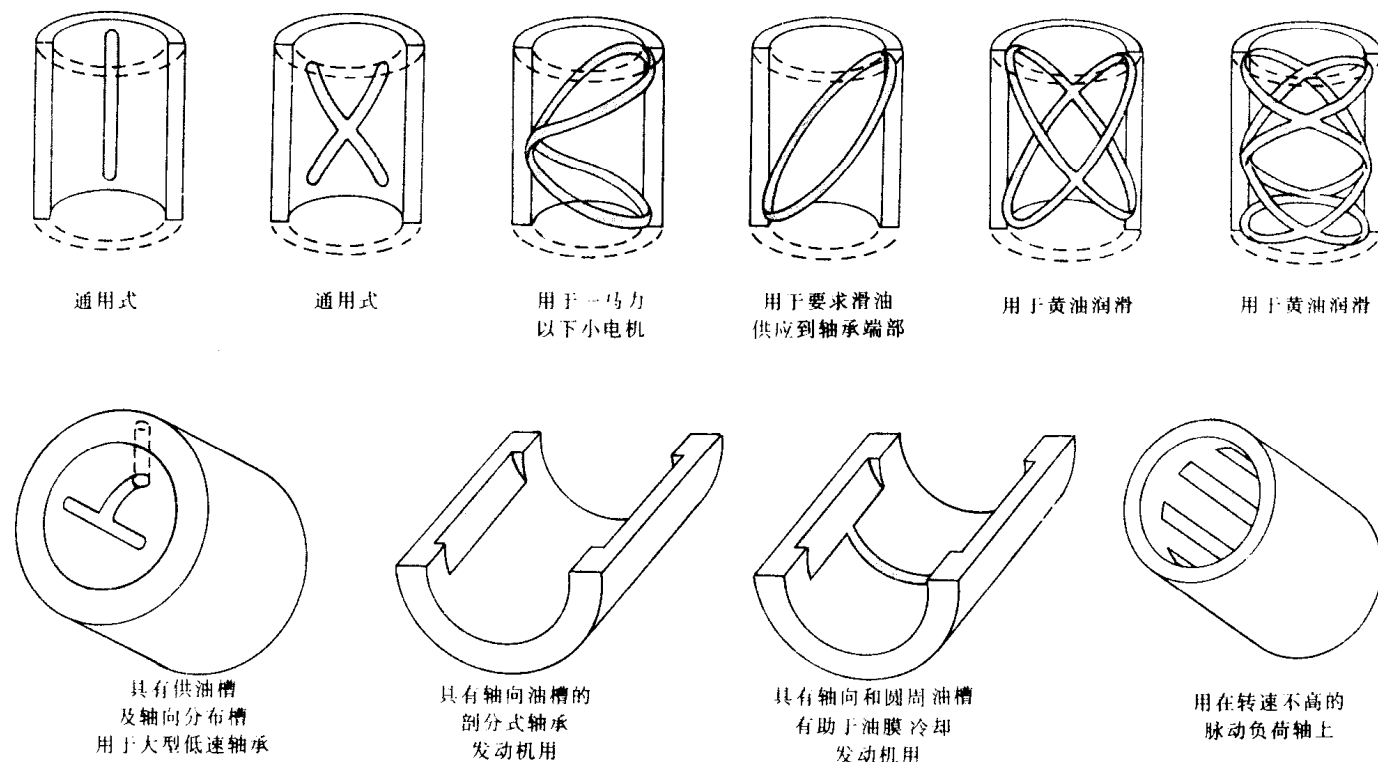


图 13 - 滑动轴承油槽的结构

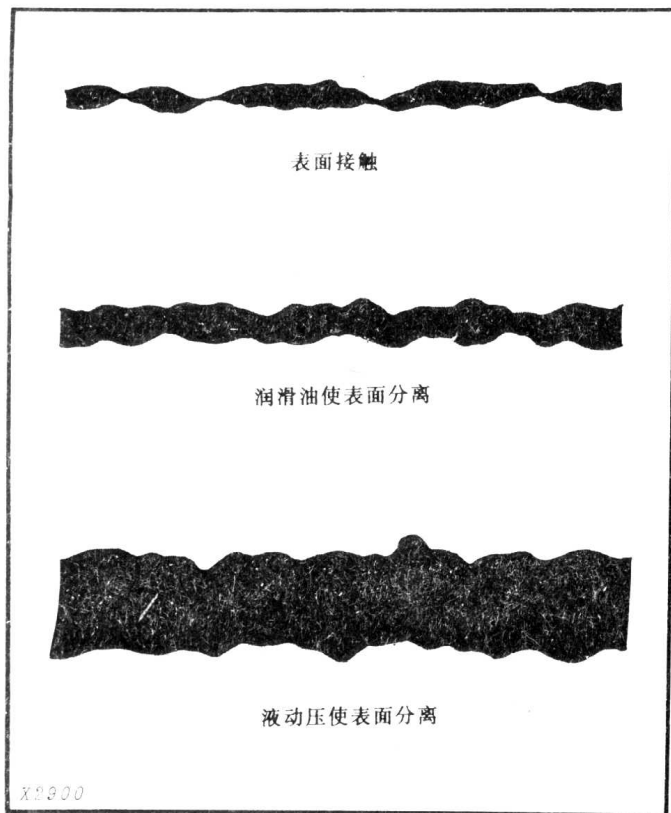


图 14 - 滑动表面间的润滑油

润滑的方法

在滑动轴承上,施加润滑剂的方法很多。有从简单手工操作到现代发动机上使用的更复杂的压力装置等等。

油壶和油枪如图 15 所示,是加注润滑油最常用的两种器具。油壶是用来使润滑油直接达到需要处或者加到固定在轴承上的油杯里。黄油枪用于往图 16 所示的油嘴内注入黄油。

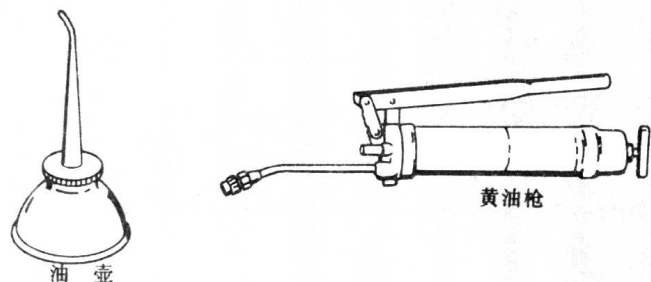


图 15 - 手工润滑的两种工具

- A. 通用单向球阀油嘴
- B. 降压溢流油嘴
- C. 压力关闭油嘴
- D. 圆头油嘴
- E. 液压测量油嘴

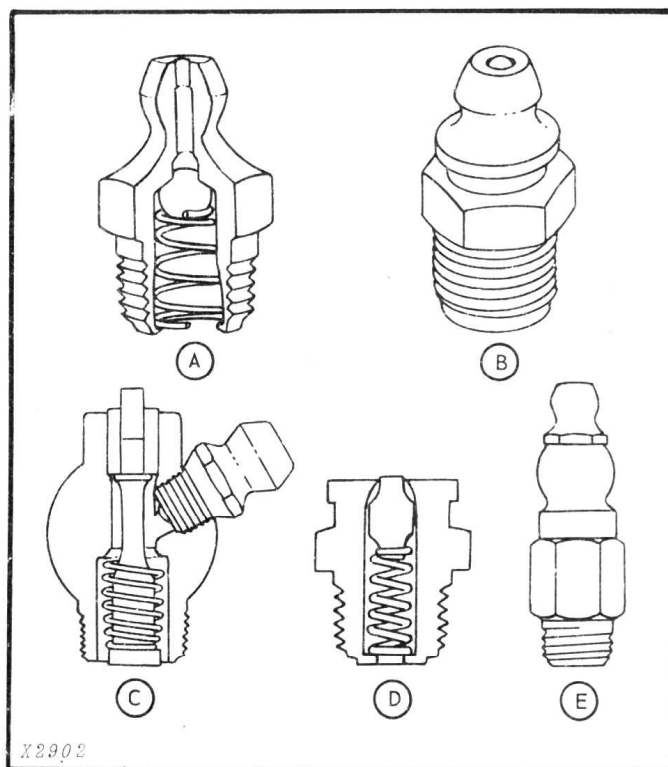


图 16 - 各种油嘴的形式

图 16 是最常见的几种油嘴。每种油嘴都有特殊用途。有些是用来控制油量或油压,有些则用来降低过高压

力。还有一种是中心润滑系统,只需将柱塞压几下就能同时润滑几处,通常是用于润滑油很难到达的一些轴承。

油液润滑最普通方法之一是油浴飞溅,如下页第 17 图所示。常用在简单发动机变速箱、差速器以及其它一些有较大存油量的设备上。利用齿轮回转使润滑油飞溅进入重要的轴承区。

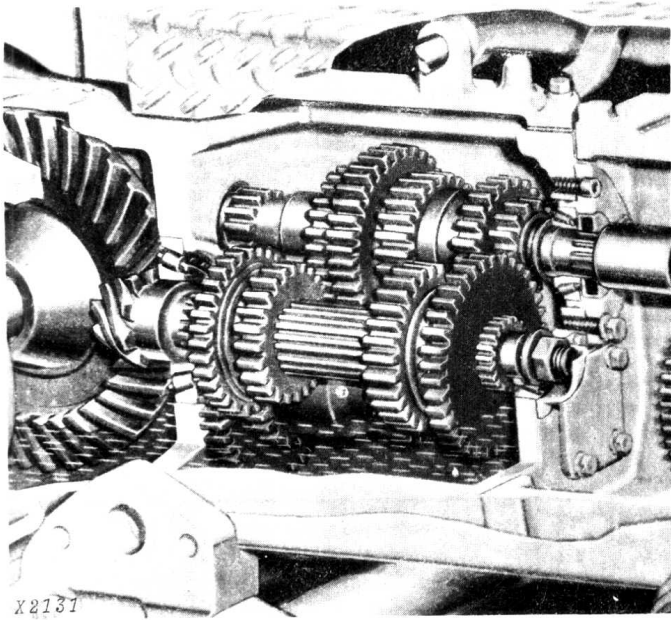


图 17 - 变速箱中油浴飞溅润滑系统

保证轴承具有充分润滑最好的方法也许是压力供油装置,在图 18 中可看到,这种方法是如何把润滑油送到发动机各主要轴承的。有些复杂机器上的变速箱也使用压力供油。

备注:关于润滑方面更详细的资料请参考“FOS”“燃油、润滑剂和冷却液”分册

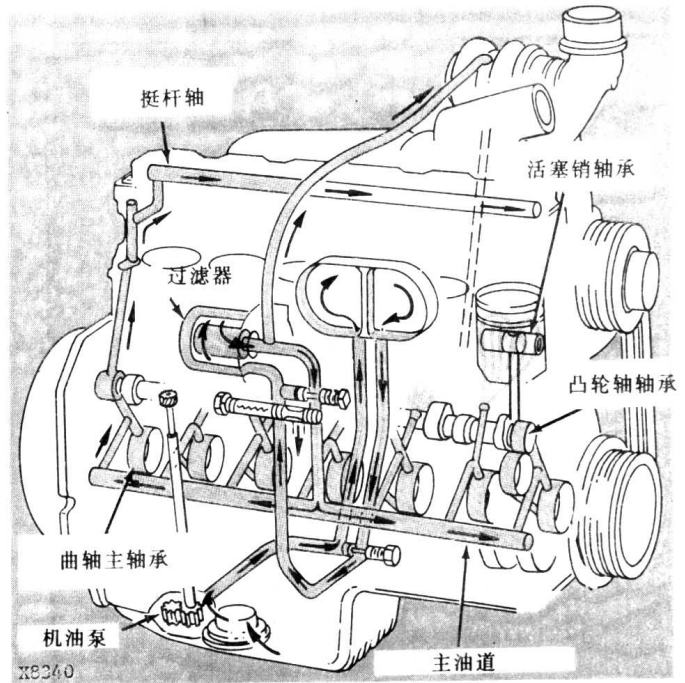


图 18 - 典型发动机上压力供油装置

### 修理和更换

滑动轴承损坏或磨损后通常不进行修复,而是更换新的。

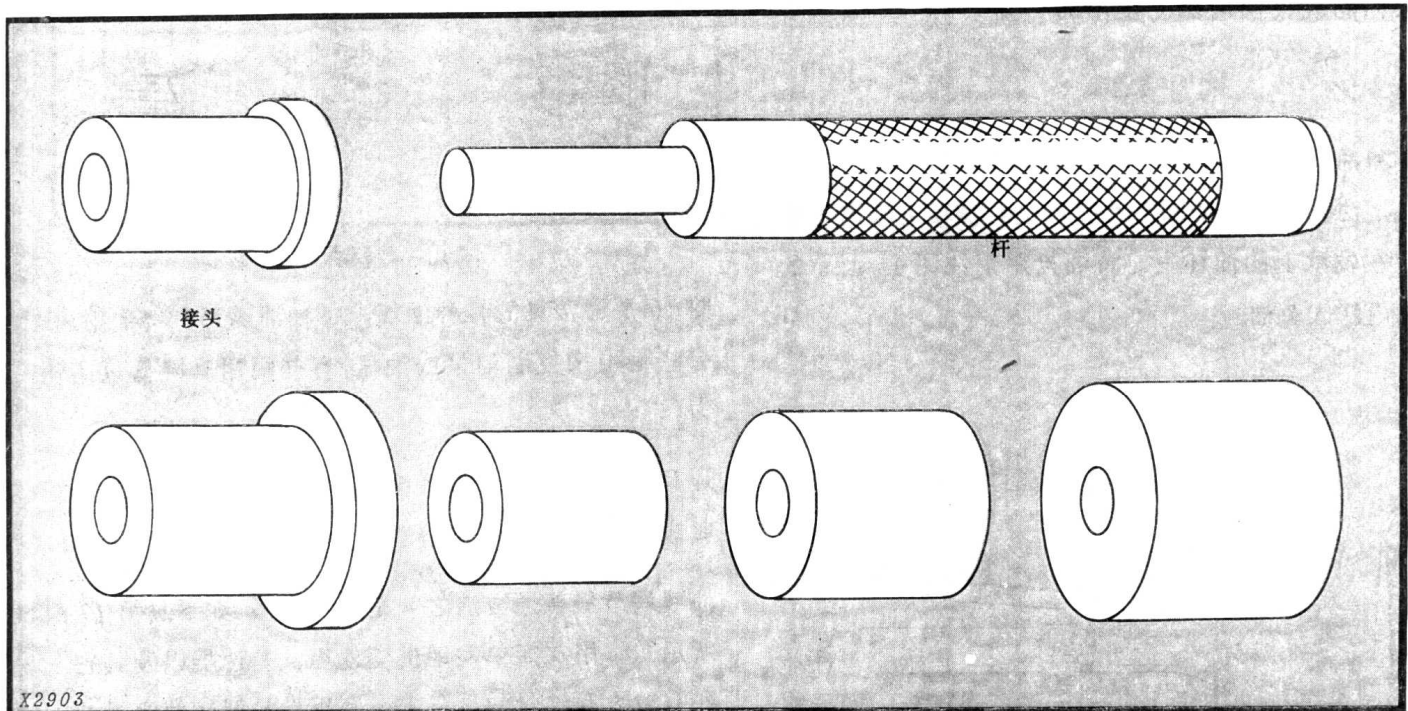


图 19 - 安装轴承的工具

### 更换简单的整体轴承

整体轴承的拆卸或安装比较简单,但也应采取措施防止轴承座孔的损坏。可用一节冷轧钢材打进或打出轴承,在没有其它可行办法时,也可用圆鼻凿子在轴承上凿出一沟,然后轴承就能很容易地被取出。

图 19 所示是比较实用而又不易损坏轴承孔的专用工具,根据轴承尺寸大小配备有各种接头。这种工具可以从工具供应处购买。

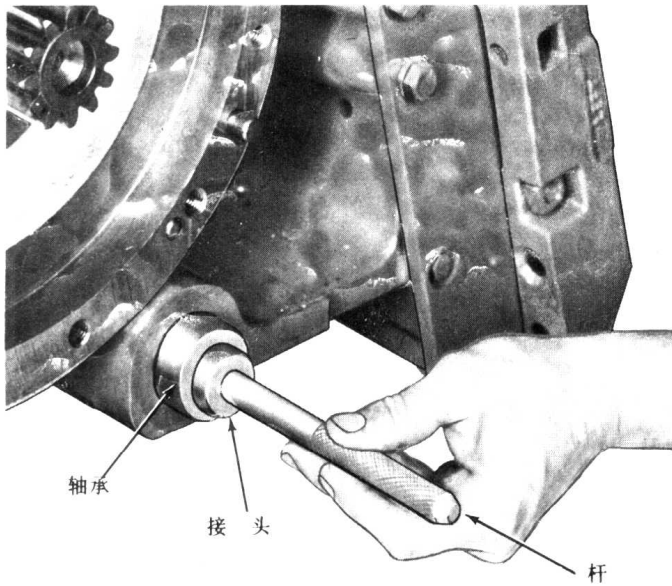


图 20 - 轴承的安装

安装轴承时要很仔细(图 20)地进行。轴承座上的孔必须去除毛刺,保持清洁。轴套应很端正地打进轴承座孔。如果打入时歪斜就会使轴承变形和损坏。

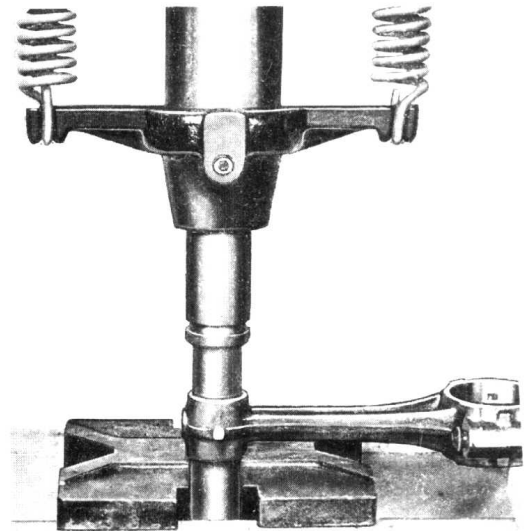


图 21 - 用压力机安装轴承

如有可能应使用如图 21 所示压力机装配轴承,保证轴承很准确地压入轴承座孔。

有时,轴承孔需要铰削到要求的配合尺寸,应采用适合轴承孔的导套和铰刀,见图 22,如不用导套可能开始时铰削不准确。铰刀和珩磨石应垂直进入轴承孔,如果不是这样,将使孔和轴不垂直,结果不仅轴承不能充分发挥支承作用,还会迅速磨损。

### 更换剖分式轴承

在发动机曲轴及其它一些设备上经常使用剖分式轴承,更换这类轴承时,所用的基本原则都是一样的。

备注:关于发动机轴承修理更详细资料可参考“FOS”《发动机》分册。

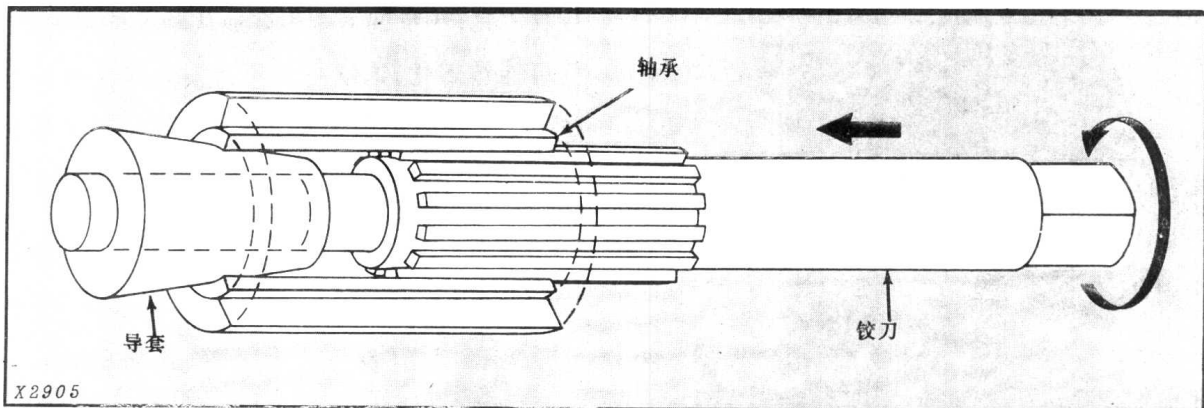


图 22 - 铰削轴承孔



## 测量轴承间隙

安装新轴承前,必须鉴定轴的状况,如果轴表面磨损严重或太粗糙,则必须更换新轴。

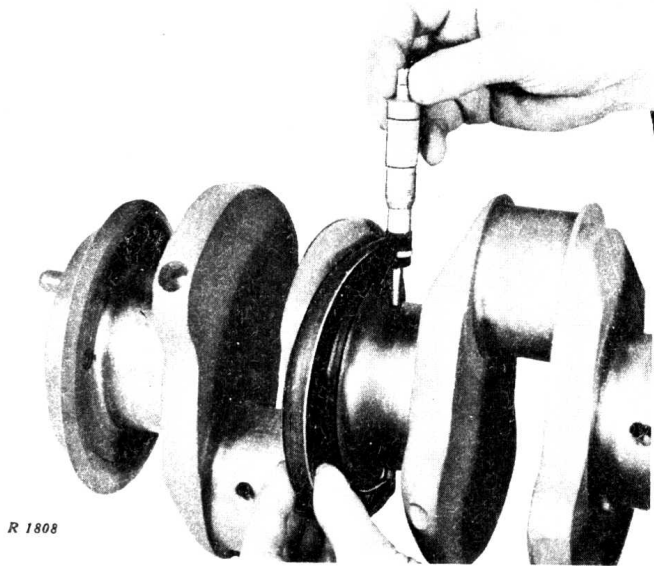


图 23 - 测量轴的磨损

当判定轴的状况良好后,应在轴圆周上测量几个地方,确定其磨损量(图 23),并参照机器技术手册上有关磨损极限要求。

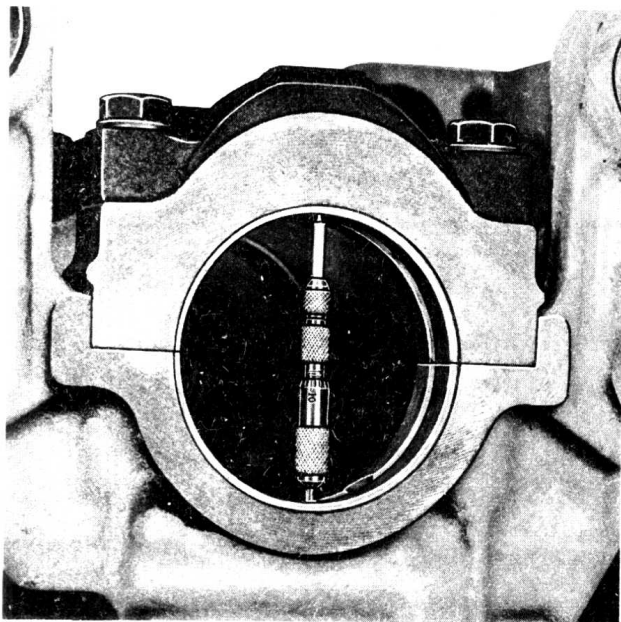


图 24 - 测量轴承间隙

装上轴承,拧紧螺钉到规定扭矩,用内径千分尺测量轴承内径(图 24),把读数与轴的外径加以比较,从轴承内径减去轴的外径,求得间隙。参考技术规范,确定正确的间隙。

如果磨损量过大,可能需要装上小尺寸的轴承。

## 用塑料线间隙规测量轴承间隙

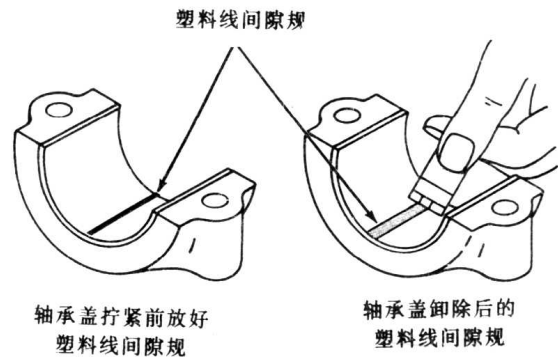


图 25 - 用塑料线间隙规测量轴承间隙

另一种测量轴承间隙方法是用塑料线间隙规。这是一种塑料线。当轴承盖拧紧后,塑料线段受挤压,就会显示出准确的间隙。这种方法只能测出轴承间隙,而不能判断磨损是发生在轴承上还是发生在轴上。

## 剖分式轴承的安装

安装剖分式轴承必须非常小心。为使轴承座内表面和轴承外表面之间能很好地接触,轴承必须呈圆形并且很精确,这是装配轴承时经常被忽略的一个因素。如接触不良,热量就不能很好地从轴承传到支座上,轴承就可能被熔化。这就是为什么不允许在轴承和支座之间为了补偿磨损而使用垫片的原因。轴承装配时应很仔细,不应堵塞任何油孔,锁定装置应在正确位置(图 26)。