

二类机电产品管理基础知识

轴承

中国第二机电设备公司

53.3

前 言

为了加强职工教育工作，提高机电设备公司系统和工矿企业的轴承产品经营管理水平，以适应四化建设的需要，我们委托中国第二机电设备公司东北一级站，组织部份从事轴承产品的生产、技术研究和经营管理工作，具有一定实践经验的同志，搜集有关资料，结合轴承产品经营管理的实际情况，编写了二类机电产品管理基础知识《轴承》一书。

本书是一本轴承产品经营管理的通俗读物，简要地阐述了轴承产品在机械工业生产中的地位和作用，介绍了滚动轴承和关节轴承的结构、生产工艺、技术性能、检验标准、主要使用方法、维护保养及修复等方面知识，可以作为培训轴承产品经营管理人员的参考教材，亦可供有关部门业务人员学习参考。

本书主要编写人有马持平、李振昌、衣汉涛、田恒等同志。在编写过程中，承一机部洛阳轴承研究所刘仲祺、上海微型轴承厂查全、哈尔滨轴承厂林凤荣、瓦房店轴承厂梁庆甫、辽宁轴承工业公司韩克甲、沈阳轴承厂张坦、苏州轴承厂唐洪达、龙溪轴承厂庄汀生、黄亚铅、黑龙江省机电公司丰彪、湖北省机电公司康健、江西省机电公司易继元、吉林市机电公司朱贵山、大庆石油化工总厂周士栋、沙市阀门总厂罗家驹、重庆市机械局周一康等同志，提供了有关资料，并参加了审改工作。在此，谨向以上单位和同志表示感谢。

由于我们水平有限，书中存在不足之处，在所难免，请读者批评指正。

中国第二机电设备公司

一九八二年四月

目 录

第一章 概 述

第一节 轴承产品的领域·····	1
一 非液体摩擦滑动轴承·····	2
二 液体摩擦滑动轴承·····	6
三 含油轴承·····	7
四 宝石轴承·····	9
五 纺织轴承·····	10
第二节 轴承的作用·····	13
第三节 我国滚动轴承生产概况·····	14
第四节 我国滚动轴承国家标准简介·····	16
第五节 轴承厂简介·····	19

第二章 滚动轴承分类和代号

第一节 滚动轴承的分类	
一 旋转支承轴承的分类·····	45
二 直线运动轴承的类型·····	51
第二节 滚动轴承的代号·····	51
一 旋转支承轴承代号表示法·····	51
二 直线运动轴承型号表示法·····	83

第三章 滚动轴承的结构

第一节 旋转支承轴承的结构·····	84
一 套 圈·····	84
二 滚动体·····	86
三 保持架·····	101

第二节 旋转支承轴承基本类型的结构及其性能···	103
一 向心球轴承·····	103
二 调心球轴承·····	105
三 园柱滚子轴承·····	106
四 调心滚子轴承·····	108
五 滚针轴承·····	109
六 螺旋滚子轴承·····	112
七 角接触球轴承·····	113
八 园锥滚子轴承·····	115
九 推力球轴承·····	116
十 推力滚子(滚针)轴承·····	118
第三节 旋转支承轴承变型结构的作用·····	120
第四节 变型结构型式特点·····	124
第五节 直线运动轴承的结构·····	194
第四章 滚动轴承的生产	
第一节 滚动轴承用的钢材·····	196
第二节 滚动轴承制造特点·····	201
第三节 滚动轴承制造工艺流程·····	202
一 套圈的制造·····	202
二 滚动体的制造·····	222
三 保持架的制造·····	224
第五章 滚动轴承的装配与检查	
第一节 滚动轴承的装配·····	227
第二节 滚动轴承成品的检查·····	230
一 外形尺寸及其精度检查·····	231
二 轴承的旋转精度检查·····	246
三 轴承硬度检查·····	246

四	游隙检查·····	247
五	旋转灵活性检查·····	247
六	噪音和振动检查·····	247
七	残磁强度检查·····	248
八	表面质量检查·····	249
九	额定负荷、寿命和极限转速检查·····	249
第六章 旋转支承轴承的使用		
第一节	选用轴承的基本条件·····	250
一	轴承所承受负荷的大小、方向和性质·····	250
二	轴承在机械中所占的空间位置·····	251
三	轴向游动的要求·····	251
四	轴承调心性能的要求·····	251
五	轴承刚性的要求·····	252
六	轴承的极限转速和工作环境·····	253
七	安装和拆卸的便利·····	253
八	轴承的旋转精度·····	254
九	轴承的寿命·····	254
十	其它特殊要求·····	255
第二节	旋转支承轴承的改用和代用·····	256
一	改用、代用轴承的原则·····	256
二	轴承改用和代用的方法·····	256
第三节	轴承的安装和拆卸·····	259
第四节	旋转支承轴承的润滑·····	265
一	脂润滑·····	265
二	油润滑·····	268
三	固体润滑·····	270
第五节	滚动轴承的防锈、保养·····	270

一 清 洗.....	270
二 涂油包装.....	272
第六节 滚动轴承的保管.....	273
第七章 滚动轴承的修旧利废	
第一节 修旧利废的意义.....	275
第二节 我国轴承修旧利废的基本情况.....	275
第三节 滚动轴承的修复方法.....	276
第四节 修复轴承的检验标准.....	282
第五节 关于提高轴承修复率和应用量.....	282
第八章 关节轴承	
第一节 关节轴承分类.....	284
第二节 关节轴承的代号.....	299
第三节 关于GB304—64规定的活动结合用关 节轴承和固定结合用关节轴承.....	303

第一章 概 述

第一节 轴承产品的领域

轴承是各种机械设备的轴和某些场合下的可动部件的支承元件，基本结构有两种型式：

一种是轴承体内装有滚动体，依靠滚动体的滚动实现运转，在运转中相对运动的另件表面产生滚动摩擦，称为滚动轴承（图 1）。

另一种是轴承体内没有滚动体，在运转中相对运动的另件表面产生滑动摩擦，称为滑动轴承（图 2）。

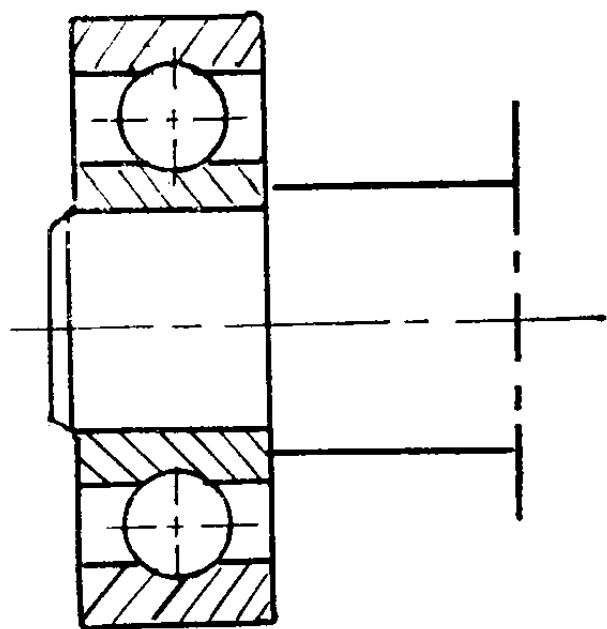


图 1 滚动轴承

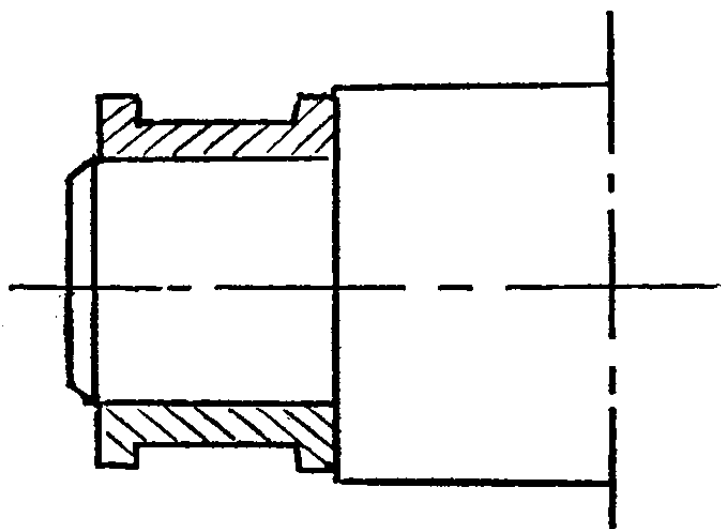


图 2 滑动轴承

两种结构型的根本区别是有没有滚动体，所以滚动体的

有无是鉴别滚动轴承或滑动轴承的最明显标志。

应用轴承的机械设备，种类繁多，结构复杂，对其所应用的轴承的结构、性能、尺寸、精度等要求，相应地也比较复杂。滚动和滑动两种轴承基本结构型式，远远不能适应需要，因而，因用而异的在滚动和滑动两种轴承的基本结构基础上各又派生出来许多种类轴承。在各种类轴承之中，又有公制、英制之分、不同材料之别、高低精度之差、结构型式变化多样，从而构成内容复杂、范围广泛的轴承产品领域。

根据有关轴承刊物介绍，七十年代中期，世界滚动轴承约有七万多个型号（在西欧市场进行交易的达三万多个），其中除去各国轴承厂商为争夺国内和国际市场，在轴承品种上标新立异而生产的许多没有真正技术和经济价值的异型型号外，实际有用的品种还不下几万个。在我国内，已经掌握了生产，而且投入使用的各种轴承总有一万多个型号。可见轴承产品是一种具有品种多、用面广、数量大等特点比较突出的产品。

在我国上万种轴承产品中，以国标GB271~GB310规定范围的滚动轴承和关节轴承应用最广、作用最大，因而国家把它们列为管理物资，本书也以它们为中心内容，分章论述。对于此外其它各种轴承，仅作如下一般概念性的简要介绍：

一 非液体摩擦滑动轴承

非液体摩擦滑动轴承，即不完全润滑滑动轴承。这种轴承应用历史悠久，在现代滚动轴承（注一）问世之前，曾经一统轴承产品领域，为各种机械设备仅有的支承型式。在滚动轴承应用以后，由于滚动轴承具有比一般滑动轴承更优越的性能，在通常的情况下，各种现代机械多采用滚动轴承，取代了很多种原来应用的滑动轴承。但非液体摩擦滑动轴承也有它在某些工

作条件下，为滚动轴承所不及的特点。因而在轴承领域中还保持一定的应用范围和地位。

非液体摩擦滑动轴承的特点

1. 构造简单，可以保证很高的制造精度，且便于装卸；
2. 制造尺寸过大、承受重大负荷的大型、特大型滑动轴承比制造同样的滚动轴承工艺容易，价格便宜，一般的情况下使用大型、特大型的轴承，多采用滑动轴承；
3. 滑动轴承在运转中形成的油膜、有良好的吸振能力，承受冲击振动负荷能力一般比滚动轴承强；
4. 滑动轴承的径向尺寸小，适合于径向尺寸受限制的主机使用。

目前常用的非液体摩擦滑动轴承

1. 整体式向心滑动轴承

整体式向心滑动轴承，由轴承座和轴瓦组成。整体滑动轴承的轴承座一般采用铸铁铸成，用螺栓与机座联接。轴瓦为整体结构，通常用减磨材料制造，压入轴承孔内，轴瓦上有油孔，内有油沟，输送润滑油。这种轴承结构简单，成本较低，但装卸都须通过轴端比较困难，轴承孔磨大后，无法调正。一般用于轻载、低速、间歇工作的机械上。

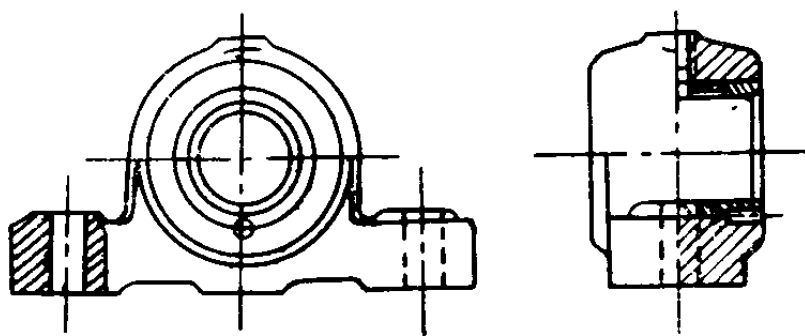


图 3 整体式向心滑动轴承

2. 剖分式向心滑动轴承

此种轴承由轴承座、轴承盖、剖分的上、下轴瓦及轴承盖螺栓组成。剖分式通常是水平的，并制成阶梯形以便定位和承受横向力。如力的方向偏斜较大，可采用斜的剖分面，即斜轴承。此种轴承，主要优点是装配简便，轴承磨损后可以调正间隙，应用范围较为广泛。

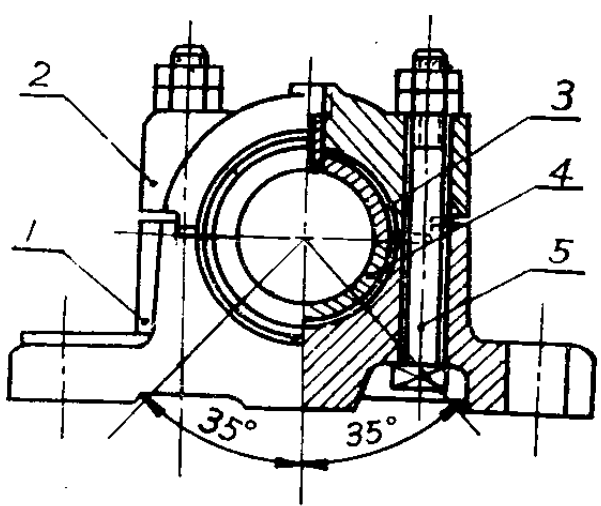


图4 剖分式向心滑动轴承
1.轴承 2.轴承座 3.4.上下轴瓦 5.螺栓

3. 调心式滑动轴承

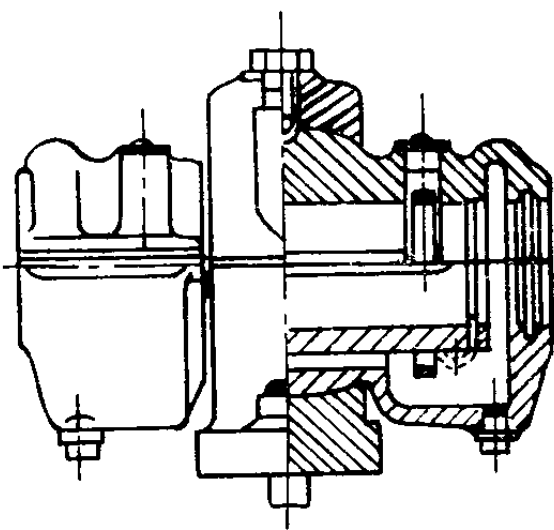


图5 调心式滑动轴承示意图

此种轴承的结构特点是轴瓦支承处为球面形状，装入轴承盖和轴承座之间的相应球面部位内，随着轴承在支承处倾角变化，轴瓦则能自动调节，使轴颈和轴瓦接触均匀，可以消除轴承边缘偏磨，防止严重磨损事故发生，适用于轴颈长度较大，

而轴的刚性又较小的工作条件。

4. 推力滑动轴承

由轴承座、轴瓦、衬套、推力片(也称推力轴瓦)、销钉等另件组成(图6)。轴颈端部与推力片接触，推力片与轴承座的球面接触，可以自动调位，保持支承磨损均匀。推力片用定位销钉限位，限制其随轴转动。

5. 轴瓦

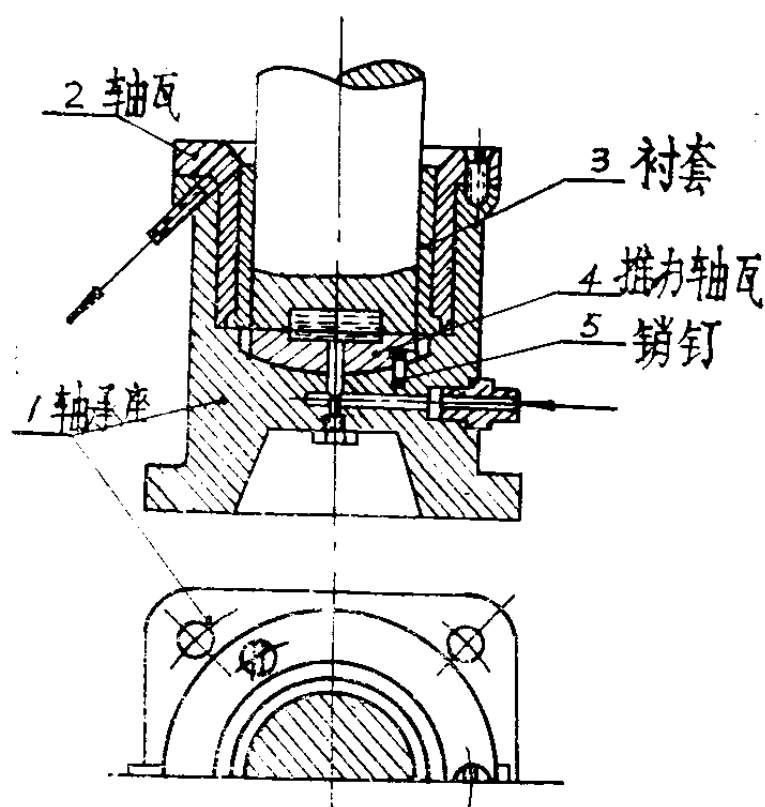


图 6 推力滑动轴承

轴瓦是滑动轴承与轴颈直接接触的另件（图 7）。滑动轴承的工作能力，首先决定于轴瓦的质量。机械的轴颈一般都是钢质的，经过热处理，硬度较高，不易磨损，因而轴瓦通常选用较软的减磨材质，在轴承运转时首先受到磨损。为了减少轴瓦的磨损，对轴瓦的制造，在材料上选择耐磨的材质，一般最常用的是锡基和铅基及青铜、铸铁、塑料、木材、橡胶等。有名的巴氏合金是锡、铅、锑、铜的合金。对轴瓦结构的要求，主要是易于更换调正和便于维护。

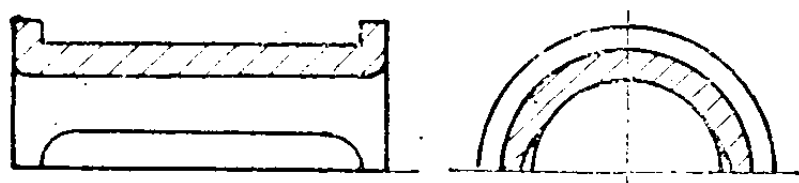


图 7 轴瓦示意图

二、液体摩擦滑动轴承

液体摩擦滑动轴承，是一种新型结构的滑动轴承，由一对相对滑动运动的元件构成的支承机构(图8)。其中一个支承元

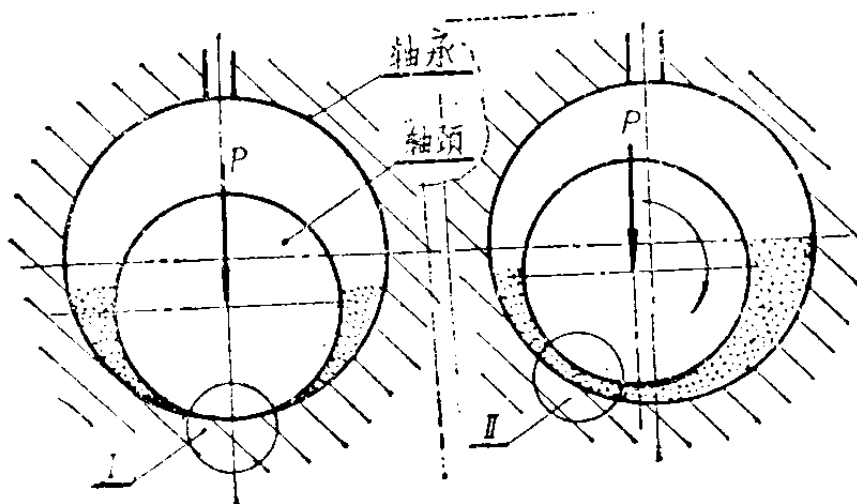


图8 液体摩擦滑动轴承示意图

图9 液体摩擦滑动轴承油楔

件(轴承)对另一个被支承元件(轴)的负荷，系由支承油膜与其相对表面间的流体压力所承受。在静止状态时，在负荷的作用下，被支承件(轴颈)处于支承件(轴承孔)的最下边，形成楔形间隙(图9)。当旋转时，油被带入楔形间隙，随着转速增高，带进的油量也增多，由于带进的油，具有一定的粘度和不可压缩性，来不及流出的油就在楔形间隙中产生一定的压力，形成一个压力区。随着转速继续增高，楔形间隙内的油压逐渐增大，当压力达到足以克服外负荷时，被支承件(轴)就被压力支承浮起，在轴的周围形成一定厚度的油膜，把轴和轴承孔的表面完全隔开。因此即使从静止状态起动，滑动运动的阻力也只是流体的粘性阻力，此时轴和轴承孔两个表面的摩擦就变为与润滑油系数之间的摩擦，遂形成了液体摩擦。液体摩擦的最大特点是摩擦系数小，只有 $0.001\sim 0.01$ ，可以避免摩擦表面的磨损。

液体摩擦分为静压与动压，静压的流体压力由外界泵体所供给，动压的流体压力则产生于轴承本身的高速旋转。无论静压或动压，其摩擦性质和结构性能都比较理想，优点较多：1. 有极宽的速度范围；2. 有很高的承载能力；3. 旋转精度和定位精度高；4. 摩擦系数低，驱动功率消耗少；5. 无金属接触无磨损，精度保持性好，使用寿命长；6. 连续运转寿命长；7. 当轴承运转时所形成的油膜富有弹性，能缓冲、减振。这类轴承适用于高速、高精度、重载、冲击大、振动大的机器设备。但这种轴承要求具有一定的使用条件，诸如摩擦表面必须具备一定的相对运动速度；充分供应一定粘度的润滑油；轴和轴承孔表面要求较高的光洁度。因而一般机械不便采用。

美国于1938年首先在加利福尼亚州帕罗马尔山观测站天文望远镜上使用液体静压导轨。其后一位法国工程师于1948年又首先成功地把静压轴承用于磨床上。到了六十年代，各工业发达国家的机械行业，已普遍应用静压轴承了。

我国机床行业于五十年代开始采用并推广这种新技术，有的原来使用滚动轴承或其它支承的老机床也更新换用静压支承。如瓦房店轴承厂在M8820K磨床上应用液体静压轴承，使磨床的加工精度、工作效率，都有提高，粗磨、细磨都能干，而且调试和维修也方便。

三 含 油 轴 承

含油轴承是一种介于非液体摩擦和液体摩擦之间的摩擦性质的滑动轴承。这种轴承具有多孔性，把润滑油浸入轴承的许许多多的孔隙中，所以称为含油轴承。含油的过程是在120℃温度时把轴承浸透润滑油，当冷却到常温时，润滑油就缩储在

轴承本体的各个孔隙中。在轴承进行工作时，由于在旋转中产生的抽吸作用和摩擦热，使各个孔隙中储存的润滑油膨胀而流出，挤入摩擦表面之间进行润滑。轴承工作完了，停止旋转，润滑油又冷却恢复常温，缩回轴承孔隙之中。润滑油在轴承中如此冷含热润，可以在很长时间内不用添加润滑油而保证轴承的正常运转，进行工作。含油轴承这种特有的性能，最适合于不易加油或密封较严的低速，轻负荷的机械使用。如能保证补充好润滑油，也可用于高速、高精度、重负荷的机械。

含油轴承由于含油率的高低所起的性能作用亦不同，含油率高的润滑性能良好，但其耐压强度差，适合于高转速、轻负荷的情况下使用。反之，含油率低的润滑性能差，而耐压强度高，适用于低转速，重负荷的场合。含油轴承的这一特点，在选用含油轴承时应注意掌握。

含油轴承种类较多，按制造所用材质有以下各种：

1. 木质类含油轴承

通常用枫木、橡木制造，只能用于 100°C 以下工作的低速机械或器件上。

2. 塑料类含油轴承

通常用酚醛树脂和聚缩醛树脂制造，其中酚醛树脂含油轴承的孔隙均匀，浸油后微量润滑油就能长久发挥作用，性能比一般的含油轴承良好，具有耐疲劳、耐摩擦、（摩擦量小，摩擦系数约为0.05）不吸湿、温度变化时机械强度不减等特点，即或在长期没有油的状态下，仍然可以保持稳定使用，是一种比较理想的含油轴承。

3. 金属类含油轴承

金属类含油轴承包括含油成长铸铁轴承和粉末冶金含油轴承。

（1）含油成长铸铁轴承

此种轴承制造工艺最为简单方便，使用经过加温到 950°C ，再冷却到 650°C ，反复两次的加热处理，改变了金相组织的含碳量较多的铸铁，即可加工制成。

（2）粉末冶金含油轴承

粉末冶金含油轴承可用铁基、铜基、铅基三种材料制造。其中铁基资源充足，成本也低，制成的轴承强度高，可达 $1 \geq 20$ 、 $2 \geq 15$ 公斤力/毫米²，磨损小，能承受较大负荷。但是铁基与钢是同类金属，容易研合，配用轴承的轴颈一般多是钢质的，配用铁基粉末含油轴承，抗咬合能力差，而且铁基容易生锈，锈蚀轴颈。在这些方面，铁基则不如铜基优越了。粉末冶金含油轴承结构型式有单环和双环两种，每种结构又分为Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级。各级产品都具有能吸振、噪音小、润滑好、寿命长、成本低、维护简便、适合大量生产等特点，适合于不易加油及有摇动、间断、往复摆动、冲击负荷的情况下使用。如台式电风扇的支承就是铜基粉末冶金含油轴承（图10）。

目前家用洗衣机也已开始采用粉末冶金含油轴承。从发展来看，含油轴承的应用范围，将不断扩大。

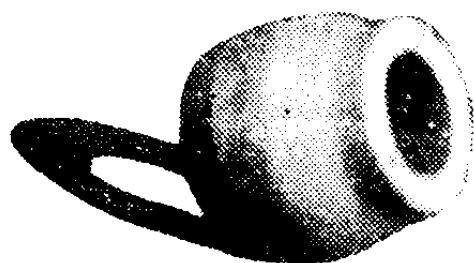


图10 电风扇含油轴承

四 宝 石 轴 承

宝石轴承是仪器仪表可动部件的支承，也称仪表轴承，过去使用天然宝石和玛瑙制造，通称宝石轴承。现在多采用人工合成刚玉制造，比天然宝石成本低、质量好，且容易加工制造。宝石轴承的结构有锥形、球形、通孔形、端面形四种型式（图11）分别适用于各种精密计时机构仪表、自动记录仪表等。

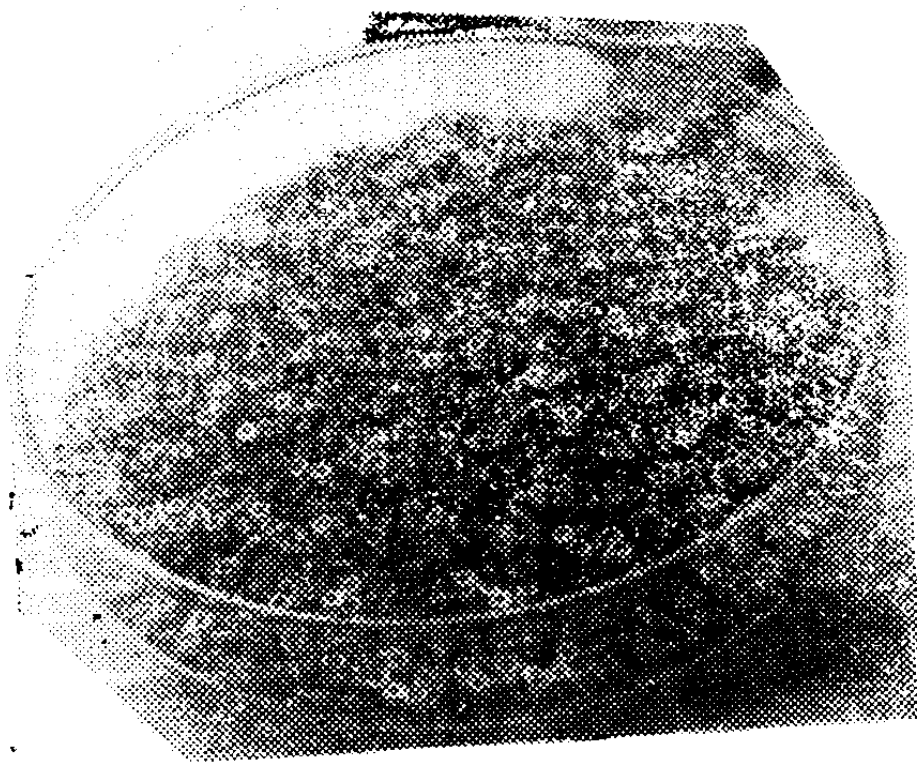


图11 宝石轴承

五、纺 织 轴 承

纺织轴承是纺织机械专用的轴承，有滑动与滚动两种结构型式。常用的有：

1. 锭子轴承

锭子轴承也称纺锭轴承（图12）它是用于棉、毛、麻、

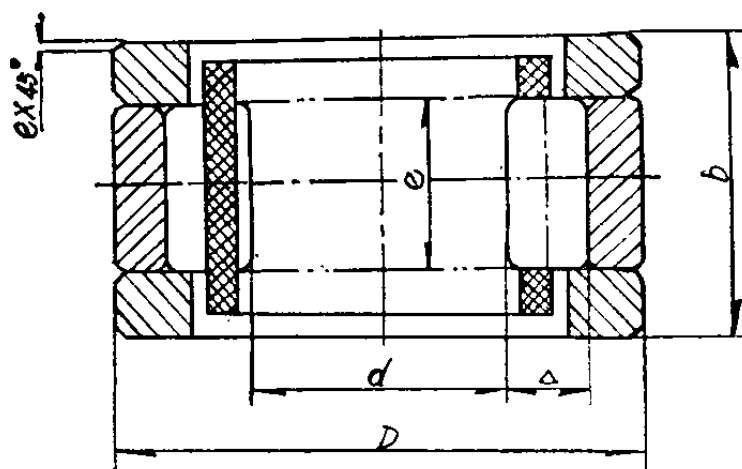


图12 锭子轴承

丝、化纤等纺纱机上的没有内圈，以锭杆代替内圈的单列短圆柱滚子轴承。

2. 罗拉轴承

为各种细纱机、精纺机的罗拉上用的一种有内、外圈的滚针轴承（图13）

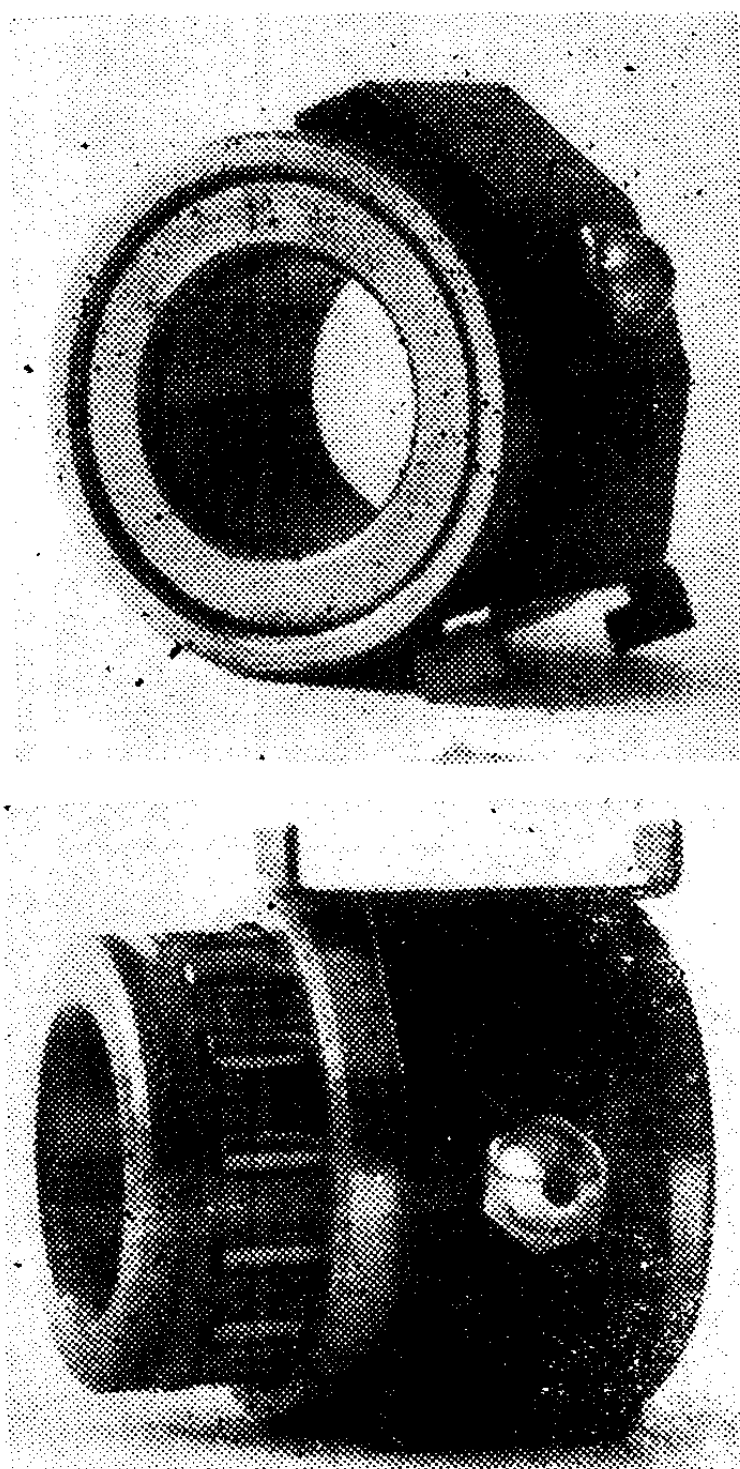


图13 罗拉轴承