

教育科学“十五”国家规划课题研究成果

机 械 设 计

主 编 徐锦康

副主编 向敬忠 姚必强 曹晓明

参 编 陈辽军 郁 倩 贺永祥



高等教育出版社

内容简介

本书是教育科学“十五”国家规划课题之一——“21世纪中国高等学校应用型人才培养体系的创新与实践”课题的研究成果。全书是在基本满足高等学校机械类专业机械设计课程教学基本要求的前提下,以课题提出的“构建适应社会需要、特色鲜明的机械类应用型人才培养体系”、“培养应用型人才”思想为指导,同时认真吸取了全国高等学校应用型机械类专业及其机械设计课程近几年教育教学改革与创新的经验,经精心组织教学内容、精心编排、精心写作而成的。全书内容重点突出、重在应用,叙述深入浅出,并在保证主要内容的同时,依据“浅而广”的原则,增加知识点、扩大知识面,增加对新技术、新结构、新零部件的介绍。全书较好地体现了应用型特色。

全书除绪论外共16章,包括:机械设计概论,机械零件的强度,摩擦、磨损及润滑,带传动,链传动,齿轮传动,蜗杆传动,滚动轴承,滑动轴承,联轴器、离合器、制动器,轴,轴毂连接,螺纹连接和螺旋传动,铆接、焊接、粘接,弹簧,机架和滚动导轨。各章备有一定数量的思考题和习题。

本书可作为高等学校机械类专业机械设计课程的教材,也可作为高等职业学校、高等专科学校、成人高校相关专业的教材,还可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计/徐锦康主编.—北京:高等教育出版社, 2004.3

ISBN 7-04-014512-X

.机... .徐... .机械设计-高等学校
-教材 .TH12

中国版本图书馆CIP数据核字(2004)第008236号

策划编辑 龙琳琳 责任编辑 陈大力 封面设计 于涛 责任绘图 朱静
版式设计 史新薇 责任校对 朱惠芳 责任印制

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-64054588
社址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网址	http://www.hep.edu.cn
总机	010-82028899		http://www.hep.com.cn
经销	新华书店北京发行所		
印刷			
开本	787×960 1/16	版次	年 月第1版
印张	27.75	印次	年 月第 次印刷
字数	510 000	定价	31.70元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第 9 章 滑 动 轴 承

9.1 概述

9.1.1 滑动轴承的类型、特点和应用

滑动轴承按其所能承受的载荷方向的不同,可分为径向滑动轴承(承受径向载荷)、止推滑动轴承(承受轴向载荷)和径向止推滑动轴承(同时承受径向载荷和轴向载荷)。

滑动轴承按其滑动表面间摩擦状态的不同,可分为干摩擦轴承、不完全油膜轴承(处于边界摩擦和混合摩擦状态)和流体膜轴承(处于流体摩擦状态)。根据流体膜轴承中流体膜形成原理的不同,又可分为流体(液体、气体)动压轴承和流体静压轴承。

与滚动轴承相比,滑动轴承具有承载能力大、工作平稳可靠、噪声小、耐冲击、吸振、可以剖分等优点。特别是流体膜轴承,可以在很高的转速下工作,并且旋转精度高、摩擦系数小、寿命长。因此,在高速、重载、高精度及有巨大冲击、振动的场合,滚动轴承不能胜任工作时,应采用滑动轴承,对结构上要求剖分、要求径向尺寸小及在水或腐蚀性介质中工作的场合,也应采用滑动轴承。此外,一些简单支承和不重要的场合,也常采用结构简单的滑动轴承。

目前,滑动轴承在燃气轮机、高速离心机、高速精密机床、内燃机、轧钢机、铁路机车及车辆、水轮机、仪表、化工机械、橡胶机械和天文望远镜等方面,均有着较广泛的应用。

9.1.2 滑动轴承的设计内容

滑动轴承的设计主要包括下列内容:选择并确定轴承的结构形式;选择轴瓦结构和轴承材料;确定轴承结构参数并计算轴承工作能力;选择润滑剂、润滑方法和润滑装置。

9.2 滑动轴承的典型结构

9.2.1 径向滑动轴承的典型结构

径向滑动轴承的典型结构有整体式和对开式两种。

1. 整体式径向滑动轴承

整体式径向滑动轴承(图 9.1)主要由整体式轴承座与整体轴套组成,轴承座材料常为铸铁,轴套用减摩材料制成。轴承座顶部设有安装油杯的螺纹孔及输送润滑油的油孔,轴承座用螺栓与机座连接固定。有时轴承座孔可在机器的箱壁上直接做成,其结构更为简单。整体式滑动轴承结构简单、易于制造、成本低廉,但在装拆时轴或轴承需要沿轴向移动,使轴从轴承端部装入或拆下,因而装拆不便。此外,在轴套工作表面磨损后,轴套与轴颈之间的间隙(轴承间隙)过大时无法调整。所以这种轴承多用于低速、轻载、间歇性工作并具有相应的装拆条件的简单机器中,如手动机械、某些农业机械等。

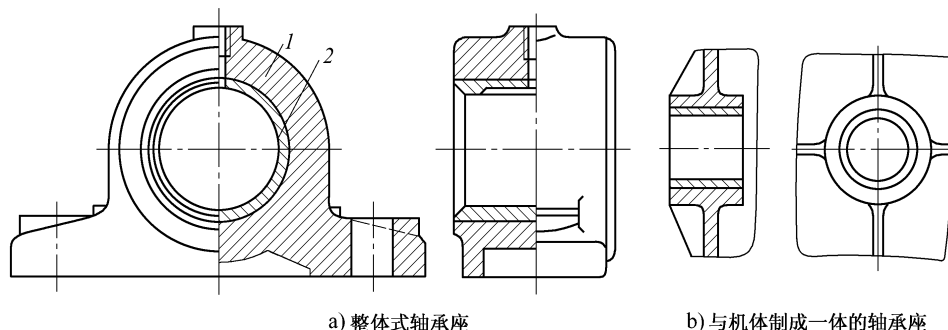


图 9.1 整体式径向滑动轴承

1—轴承座; 2—轴套

2. 对开式径向滑动轴承

对开式径向滑动轴承(图 9.2)由轴承座、轴承盖、对开式轴瓦、座盖连接螺柱等组成。轴承座、轴承盖有时可与机器的机座、箱体或其他零件做成一体。轴承座与轴承盖的剖分面常做成阶梯形,以便定位和防止工作时发生横向错动。由于径向载荷的作用方向不同,轴承的剖分面可制成水平的和 45° 斜面(图 9.3)的两种,选用时应注意使径向载荷的方向与轴承剖分面相垂直或近于垂直,一般应保证径向载荷的方向与轴承剖分面中心线的夹角不超过 35° 。轴承座、盖的剖分面间放有垫片,轴承磨损后,可用适当地调整垫片厚度和修刮轴瓦内表面的方法来调整轴承间隙,从而延长轴瓦的使用寿命。轴承座、盖材料一般为铸铁,重载、冲击、振动时可用铸钢。对开式滑动轴承装拆方便,易于调整轴承间隙,应用很广泛。

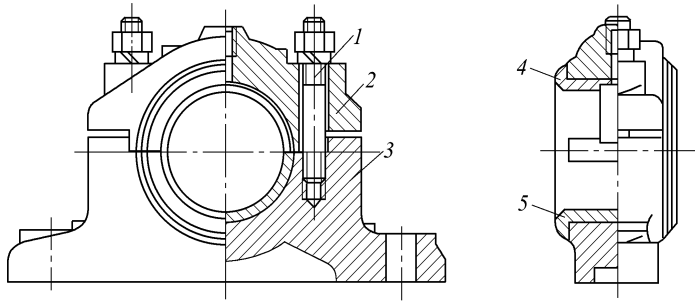


图 9.2 对开式径向滑动轴承
1—座盖连接螺柱；2—轴承盖；3—轴承座；4—上轴瓦；5—下轴瓦

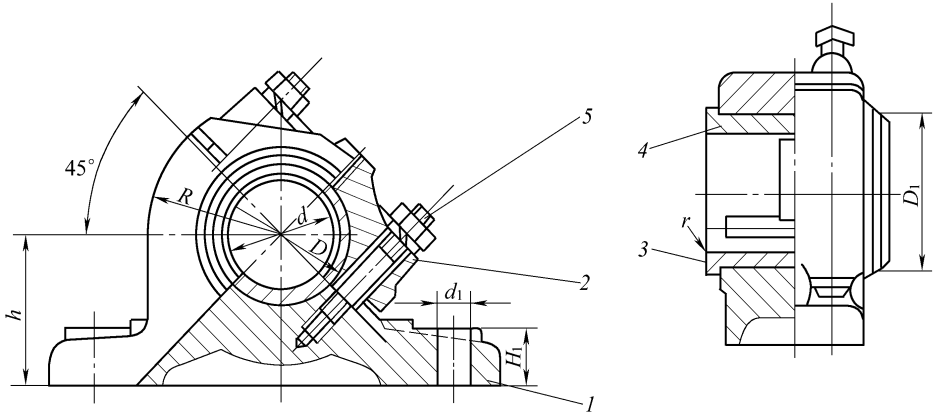


图 9.3 对开式斜面滑动轴承
1—轴承座；2—轴承盖；3—下轴瓦；4—上轴瓦；5—座盖连接螺柱

9.2.2 普通止推滑动轴承的典型结构

普通止推滑动轴承主要由轴承座和止推轴颈组成，按照轴颈轴线位置的不同分为立式(图 9.4)和卧式两类。在立式止推滑动轴承中，为便于对中，防止偏载，止推轴瓦底部制成球面形状，并用销钉定位，防止其随轴颈转动。按照轴颈结构的不同，普通止推滑动轴承可分为实心式、空心式、单环式、多环式几种，见图 9.5。其中实心式的止推面因中心与边缘的磨损不均匀，造成止推面上压力分布不均匀，以致中心部分压强极高，因此应用不多。一般机器中通常采用空心式及单环式结构，此时的止推面为一圆环形。轴向载荷较大时可采用多环式轴颈，多环式结构还可承受双向轴向

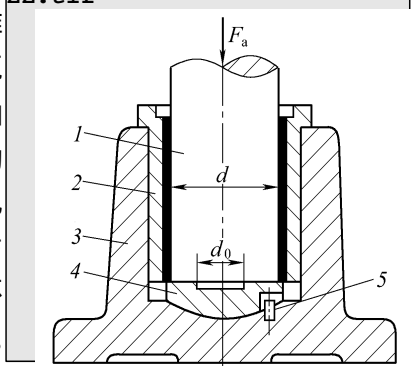


图 9.4 立式止推滑动轴承
1—轴颈；2—径向轴套；3—轴承座；4—止推轴瓦；5—销钉

载荷。止推轴承轴颈的基本尺寸可按表 9.1 的经验公式确定。

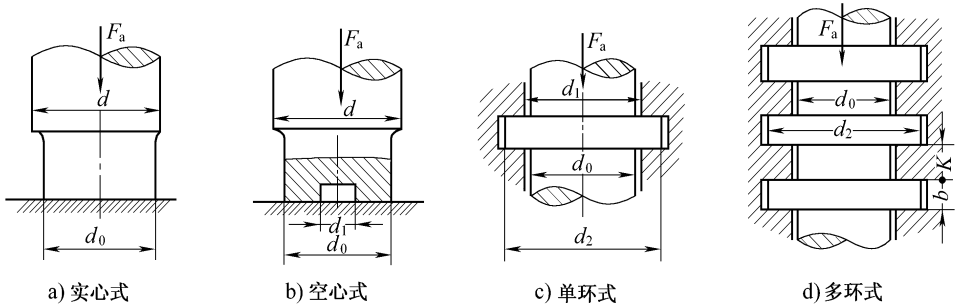


图 9.5 止推滑动轴承的轴颈结构简图

表 9.1 普通止推滑动轴承轴颈的基本尺寸计算公式

名称	符号	经验公式或说明
轴直径	d	由轴的结构设计确定
止推轴颈直径	d_0	由轴的结构设计确定
空心轴颈内径	d_1	$d_1 = (0.4 \sim 0.6) d_0$
轴环外径	d_2	$d_2 = (1.2 \sim 1.6) d_0$
轴环宽度	b	$b = (0.12 \sim 0.15) d_0$
轴环距离	K	$K = (2 \sim 3) b$
轴环数	z	$z \geq 1$, 由计算及结构而定

9.3 滑动轴承材料和轴瓦结构

9.3.1 轴承材料

轴承材料主要指轴套、轴承衬背和轴承减摩层的材料。

1. 对轴承材料性能的基本要求

轴承的主要失效形式是磨损、咬粘(胶合)、工作表面刮伤,受变载荷时也会发生疲劳破坏或轴承减摩层脱落,此外润滑剂被氧化而生成的酸性物质和水会对轴承材料产生腐蚀。因此,对轴承材料性能的基本要求是:与轴颈配合后应具有良好的减摩性、耐磨性、磨合性和摩擦相容性。其中磨合性是指轴承材料在短期轻载的磨合过程中形成相互吻合的表面粗糙度、减小摩擦和磨损的性能;摩擦相容性是指防止轴承材料与轴颈材料发生粘附或防止轴承和轴颈烧伤的性能。具有足够的强度,包括抗压、抗冲击和抗疲劳强度。具有良好的摩擦顺应性和嵌入性。摩擦顺应性是指轴承材料靠表面的弹塑性变形来补偿滑动表面初始配合不良的性能;嵌入性是指轴承材料容许外来硬质颗粒嵌入而避免轴颈表面刮伤或减轻磨粒磨损的性能。一般硬度低、弹性模量低、塑性好的材料具有良好的摩擦顺应性,其嵌入性也较好。具有良好的其他性能,如工艺性好,导

热性好,热膨胀系数小,耐腐蚀性好等。价格低廉,便于供应。

实际中全面具备上述所有性能的唯一材料是不存在的。如要求良好的摩擦顺应性和嵌入性与高的抗疲劳强度往往是矛盾的。由两种或多种材料以宏观或微观形式组合而成的复合材料能较好地满足上述的性能要求,如常在青铜、低碳钢等强度较高的轴瓦衬背表面贴附或烧结具有良好摩擦顺应性和嵌入性的薄层轴承衬材料,制成双层轴瓦(双金属轴瓦)。若还需改善轴承衬表面性能,还可在其表面镀以摩擦性能更好的材料,制成3层轴瓦(三金属轴瓦)使用。因此,针对各种具体情况逐渐形成了多种轴承材料的组合,设计时应仔细分析、合理选择。

2. 常用轴承材料

常用轴承材料分金属材料、多孔质金属材料和非金属材料3大类。

(1) 金属材料

1) 轴承合金(又称巴氏合金或白合金)。轴承合金是锡、铅、锑、铜的合金,又分为锡基轴承合金和铅基轴承合金两类,分别是在锡或铅的软基体上悬浮锑、锡及铜锡的硬晶粒而组成。软基体具有较大的塑性,硬晶粒可起抗磨作用。轴承合金具有优异的减摩性、摩擦顺应性、嵌入性和磨合性,耐腐蚀,摩擦相容性也很好,不易与轴颈发生咬粘。但其强度、硬度较低,价格昂贵,通常只用作轴承减摩层材料,与具有足够强度的轴承衬背一起可得到良好的综合性能。锡基轴承合金主要用于高、中速和重载下工作的重要场合,如汽轮机、内燃机中的滑动轴承减摩层。铅基轴承合金较脆,不宜用于承受显著的冲击载荷,常用于中速、中载下作为锡基轴承合金的代用品。采用轴承合金时,与之配合的轴颈可不淬火处理。由于轴承合金的熔点较低,应注意使其工作温度不超过150℃。

2) 铜合金 铜合金是铜与锡、铅、锌或铝的合金,是传统使用的轴承材料,获得了广泛应用。铜合金可分为青铜和黄铜两类,其中青铜最为常用。

青铜大致可分为:锡青铜 其减摩性、耐磨性较好,具有较高的抗疲劳强度,广泛用于重载及受变载的场合,常用来制作单层轴瓦、轴套或用作三金属轴瓦的中间层。其中锡磷青铜的减摩性为最好;铅青铜 其减摩性稍差于锡青铜,但具有较高的冲击韧性和较好的摩擦相容性,并且能在高温时从表层析出铅,形成一层表面薄膜,从而起到润滑作用,宜用于较高温度条件下,如高速内燃机中;铝青铜 其强度、硬度高,但摩擦顺应性、嵌入性、摩擦相容性较差,因而与其相配的轴颈应具有较高的硬度和较低的表面粗糙度,并要求具有良好的润滑条件。铝青铜可用作锡青铜的代用品,在低速重载下工作。

黄铜的减摩性能低于青铜,但具有良好的铸造及加工工艺性,并且价格较低,可用作低速、中载下青铜的代用品。

3) 铝基轴承合金 铝基轴承合金是较新的轴承材料。与轴承合金、铜合金相比,铝基轴承合金强度高,导热性好,耐腐蚀,寿命长,工艺性好,可采用铸造、

冲压或轧制等方法制造,适于批量生产,可制成单金属轴套、轴瓦,也广泛用作汽车、拖拉机发动机中的轴承减摩层材料。应用时要求轴颈表面有较高的硬度、低的表面粗糙度和较大的配合间隙。

4) 铸铁 灰铸铁、耐磨铸铁和球墨铸铁价格低廉,可用作低速、轻载、无冲击的轴瓦材料,铸铁中的石墨可在轴瓦表面形成起润滑作用的石墨层,从而具有较好的减摩性。

常用金属轴承材料及性能见表 9.2。

表 9.2 常用金属轴承材料及性能

材料名称	材料 牌号	许用值			最高 工作 温度 /	硬度 /HBS	性能比较				备注
		[ρ] /MPa	[v] /(m/s)	[ρv] /(MPa ·m/s)			抗 胶 合 性	摩 擦 顺 应 性 嵌 入 性	耐 蚀 性	抗 疲 劳 性	
锡基 轴 承 合 金	ZSnSb12Pb10Cu4	平稳载荷			150	20 ~ 30 (150)	1	1	1	5	用于高 速重 载下 工 作 的 重 要 轴 承。 变 载 下 易 疲 劳。 价 贵
	ZSnSb11Cu6	25(40)	80	20(100)							
	ZSnSb8Cu4	冲击载荷									
	ZSnSb4Cu4	20	60	15							
铅基 轴 承 合 金	ZPbSb16Sn16Cu2	12	12	10(50)	150	15 ~ 30 (150)	1	1	3	5	用于中 速中 载轴 承,不 宜受 显著 冲击。 可作 为锡 基轴 承合 金的 代用 品
	ZPbSb15Sn5Cu3Cd2	5	8	5							
	ZPbSb15Sn10	20	15	15							
铸 造 铜 合 金	ZCuSn10P1	15	10	15(25)	280	50 ~ 100 (200)	5	3	1	1	用于中 速重 载及 受变 载的 轴 承,用 于中 速中 载轴 承
	ZCuPb5Sn5Zn5	8	3	15							
	ZCuPb10Sn10	平稳载荷			280	40 ~ 280 (300)	3	4	4	2	用于高 速重 载轴 承,能 承 受变 载和 冲击 载荷
	ZCuPb30	25	12	30(90)							
	冲击载荷										
		15	8	60							
	ZCuAl10Fe5Ni5	15(30)	4(10)	12(60)	280	100 ~ 120 (200)	5	5	5	2	最宜用 于润 滑充 分的 低 速 重 载 轴 承

材料名称	材料 牌号	许用值			最高 工作 温度 /	硬度 /HBS	性能比较				备注
		$[\rho]$ /MPa	$[\nu]$ /(m/s)	$[\rho]$ /(MPa ·m/s)			抗 胶 合 性	摩 擦 顺 应 性 嵌 入 性	耐 蚀 性	抗 疲 劳 性	
黄铜	ZCuZn38Mn2Pb2 ZCuZn16Si4	10 12	1 2	10 10	200	80~150 (200)	3	5	1	1	用于低 速中载轴 承,耐蚀、 耐热
铝基轴承合金	20 高锡铝合金 铝硅合金	28~35	14	—	140	45~50 (300)	4	3	1	2	用于高 速中载的 变载荷轴 承
三元电镀合金	如铝-硅-镉镀层	14~35	—	—	170	(200~ 300)	1	2	2	2	在钢背 上镀铅锡 青铜作中 间层,再 镀 10~30 μm 三元减 摩层。疲 劳强度 高,顺应 性、嵌入 性好
银	银-钢镀层	28~35	—	—	180	(300~ 400)	2	3	1	1	在钢背 上镀银, 上附薄层 铅,再镀 银。常用 于飞机发 动机、柴 油机轴承
铸铁	HT150、HT200 HT250	2~4	0.5~1	1~4	150	160~ 180 (200~ 250)	4	5	1	1	用于低 速轻载的 不重要轴 承,价廉

1. 括号内的数值为极限值,其余为一般值(润滑良好)。对液体动压轴承,限制 $[\rho]$ 值没有意义(因其与散热条件等关系很大);

2. 括号外的数值为合金硬度,括号内的数值为轴颈最小硬度;

3. 性能比较:1——最佳 2——良好 3——较好 4——一般 5——最差。

(2) 多孔质金属材料 多孔质金属材料用铜、铁、石墨、锡等粉未经压制、烧结而成,又称粉末冶金材料,具有多孔结构,内部空隙约占总体积的 15% ~ 35%。使用前先将制成的轴套在热油中浸渍数小时,使孔隙中充满润滑油,工作时由于轴颈转动的抽吸作用以及轴承发热时油的膨胀作用,孔隙中的润滑油便渗入摩擦表面起润滑作用。停止工作时,因毛细管作用,润滑油又被吸回到轴承孔隙内,所以在相当长的时间内不添加润滑油轴承也能正常工作。多孔质金属材料可用作自润滑含油轴承的材料,特别适用于加油不易或密封性结构内。由于其强度低,冲击韧性小,只宜用于无冲击的平稳载荷和中、低速的条件下。常用的多孔质金属材料有铁基和铜基粉末冶金材料,近来又发展了铝基粉末冶金材料。在材料中加入适量的石墨、二硫化钼、聚四氟乙烯等固体润滑剂,缺油时仍有自润滑效果,可提高轴承工作的安全性。这类材料可用大量生产的加工方法制成尺寸比较准确的轴套,部分地替代滚动轴承和青铜轴套。

常用多孔质金属轴承材料及性能见表 9.3。

表 9.3 常用多孔质金属轴承材料及性能

粉末冶金	许 用 值			最高工作温度 t'	特性及用途
	$[\rho]/\text{MPa}$	$[v]/(\text{m/s})$	$[\rho v]/(\text{MPa}\cdot\text{m/s})$		
铁基	69/21	2	1.0	80	具有成本低、含油量较多、耐磨性好、强度高特点,适用于低速场合,应用很广
铜基	55/14	6	1.8	80	孔隙度大的多用于高速轻载轴承,孔隙度小的多用于摆动或往复运动的轴承,长期运转而不补充润滑剂的应降低 $[\rho v]$ 值。高温或连续工作的应不断补充润滑剂
铝基	28/14	6	1.8	80	具有重量轻、耐磨、温升小、寿命长的特点,是近期发展的粉末冶金材料

注: $[\rho v]$ 值中分子为静载荷下数值,分母为动载荷下数值。

(3) 非金属材料 用作轴承材料的非金属材料有塑料、硬木、橡胶、碳 - 石墨等,其中塑料用得最多,主要有酚醛树脂、尼龙、聚四氟乙烯等。轴承塑料具有自润滑性能,也可用油或水润滑。轴承塑料可制成塑料轴承,也可镶嵌在金属轴瓦的滑动表面制成自润滑轴承使用。

塑料轴承材料的优点是:重量轻,摩擦系数小,耐磨性和磨合性好,嵌入性

好,有足够的耐疲劳强度,耐腐蚀性好,能减振降噪,低速轻载时可在无润滑条件下工作。因此塑料轴承材料除了在许多场合下可以代替金属轴承材料外,还能胜任金属轴承难以胜任的任务。例如,采用油润滑有困难、要求避免油污染及油的蒸发有引发爆炸危险等场合,均可考虑采用塑料轴承。此外,在水及其他腐蚀性介质中工作时,塑料轴承比金属轴承的性能更为优越。但塑料轴承材料的导热性和耐热性较差,热膨胀系数较大,吸水后体积会膨胀,因而塑料轴承的尺寸稳定性差,尺寸配合精度不如金属材料轴承,使用时应考虑留有足够的配合间隙。塑料轴承材料不宜在高温下工作或在高速下连续运行。

橡胶材料柔软,具有弹性,内阻尼较大,能有效地减小振动、噪声和冲击,橡胶的变形可减轻轴的应力集中,并具有自调位作用。其缺点是导热性差,温度过高时易老化,抗腐蚀性、耐磨性变差。橡胶常镶在金属衬套内使用,工作时用水润滑,应注意避免与油类或有机溶剂接触。为防止与之配合的钢制轴颈被水润滑剂锈蚀,轴颈上应有铜套或表面镀铬。

碳-石墨具有良好的自润滑性能,高温稳定性好,常用于要求清洁工作的场合。

常用非金属轴承材料及性能见表 9.4。

表 9.4 常用非金属轴承材料及性能

材料	许 用 值			最高工作温度 t	特性及用途
	$[\rho]$ /MPa	$[\nu]$ (m/s)	$[\rho\nu]$ (MPa·m/s)		
酚醛树脂	39 ~ 41	12 ~ 13	0.18 ~ 0.5	110 ~ 120	以织物、石棉等为填料,与酚醛树脂压制而成。抗咬合性好,强度高,抗振性好,能耐水、酸、碱,导热性差,重载时需用水或油充分润滑。易膨胀,轴承间隙宜取大些
尼龙	7 ~ 14	3 ~ 8	0.11 (0.05 m/s) 0.09 (0.5 m/s) < 0.09 (5 m/s)	105 ~ 110	是最常用的非金属轴承材料,摩擦系数小,耐磨性好,无噪声。金属轴瓦上覆以尼龙薄层能承受中等载荷,加入石墨、二硫化钼等填料可提高刚性和耐磨性。加入耐热成分可提高工作温度
聚碳酸酯	7	5	0.03 (0.05 m/s) 0.01 (0.5 m/s) < 0.01 (5 m/s)	105	聚碳酸酯、醛缩醇、聚酰亚胺均为较新的塑料,物理性能好,易于喷射成型,比较经济。填充石墨的聚酰亚胺耐热温度可达 280
醛缩醇	14	3	0.1	100	
聚酰亚胺	—	—	4 (0.05 m/s)	260	

材料	许 用 值			最高工作 温度 t	特性及用途
	$[\rho]$ /MPa	$[\nu]$ (m/s)	$[\rho\nu]$ (MPa·m/s)		
聚四 氟乙烯 (PTFE)	3 ~ 3.4	0.25 ~ 1.3	0.04(0.05 m/s) 0.06(0.5 m/s) < 0.09(5 m/s)	250	摩擦系数很小,自润滑性能好,能耐任何化学药品的侵蚀,适用温度范围宽(> 250 时放出少量有害气体),但成本高,承载能力低。用玻璃纤维、石墨及其他惰性材料为填料, $[\rho\nu]$ 值可大大提高。用玻璃纤维填充时要避免端头外露,否则易于磨损
加强聚四 氟乙烯	16.7	5	0.3	250	
聚四氟乙 烯织物	400	0.8	0.9		
填充聚四 氟乙烯	17	5	0.5		
碳 - 石墨	4	13	0.5(干) 5.25(润滑)	440	有自润滑性,高温稳定性好,耐化学药品的侵蚀,常用于要求清洁工作的机器中。长期工作时 $[\rho\nu]$ 值应适当降低
橡胶	0.34	5	0.53	65	橡胶能隔振、降低噪声,减小动载荷,补偿误差,但导热性差,需加强冷却。丁二烯 - 丙烯腈共聚物等合成橡胶能耐油、耐水,一般用水作润滑剂与冷却剂。常用于有水、泥浆的设备中

9.3.2 轴瓦结构

1. 轴瓦的形式与构造

径向滑动轴承常用的轴瓦分整体式轴套和对开式轴瓦两种。

整体轴套(图 9.6a、b)和卷制轴套(图 9.6c)用于整体式轴承。除轴承合金外,其他金属材料、多孔质金属材料及轴承塑料、碳 - 石墨等非金属材料都可制成如图 9.6a、b 的整体轴套。卷制轴套常用于双层或多层轴套的场合。

对开式轴瓦用于对开式轴承,分厚壁轴瓦(图 9.7)和薄壁轴瓦(图 9.8)两种。对开式轴瓦主要由上、下两半轴瓦组成,剖分面上开有轴向油槽,载荷由下轴瓦承受。轴瓦由单层材料或多层材料制成。双层轴瓦的轴承衬背具有一定的

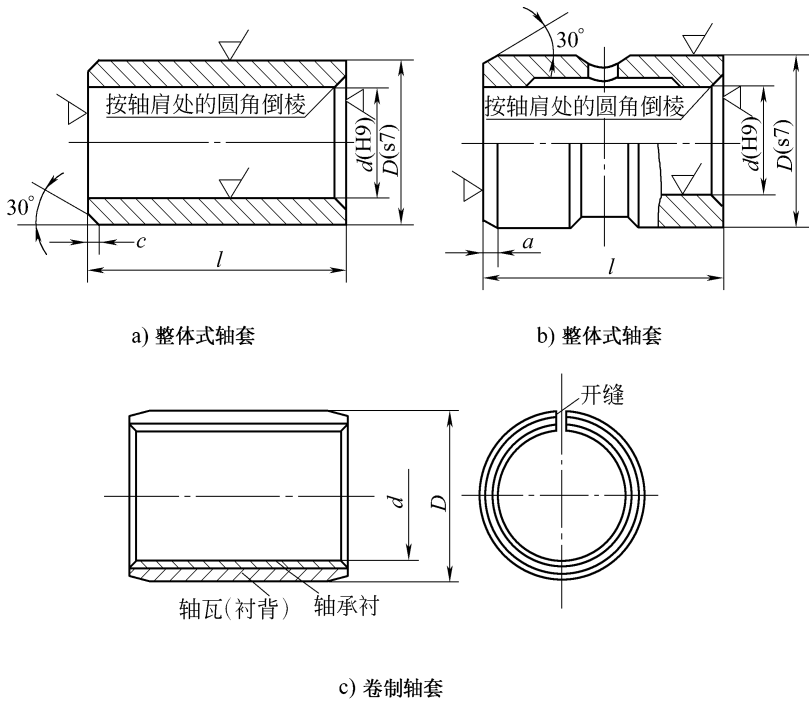


图 9.6 整体式轴套和卷制轴套

强度和刚度,减摩层具有较好的减摩、耐磨等性能。减摩层的厚度应随轴承直径的增大而增大,一般为十分之几毫米到 6 mm。在双层轴瓦轴承衬表面上再镀上一层薄薄的钨、银等软金属,可制成三层轴瓦,其磨合性、顺应性、嵌入性等可得到进一步提高。此外,多层结构轴瓦可以显著节省价格较高的轴承合金等减摩材料。

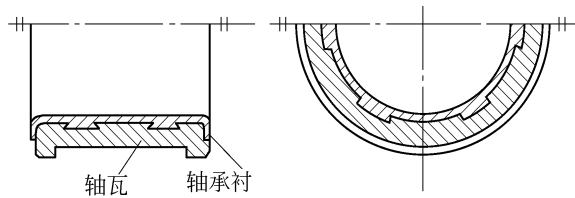


图 9.7 对开式厚壁轴瓦

厚壁轴瓦常用离心铸造法将轴承合金浇铸在轴瓦的内表面上形成轴承衬。薄壁双层轴瓦(双金属轴瓦)能采用连续轧制的工艺进行大批量生产,质量稳定,成本较低。但薄壁轴瓦的刚性小,装配后的形状完全取决于轴承座的形状,因此需对轴承座进行较精密的加工。在轴瓦对开处,工作表面常要局部削薄(图 9.8),以防止在轴承盖发生错动时出现对轴颈起刮压作用的锋缘。薄壁轴瓦在

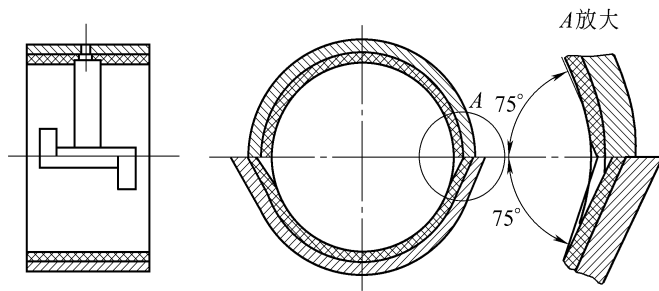


图 9.8 薄壁双层轴瓦

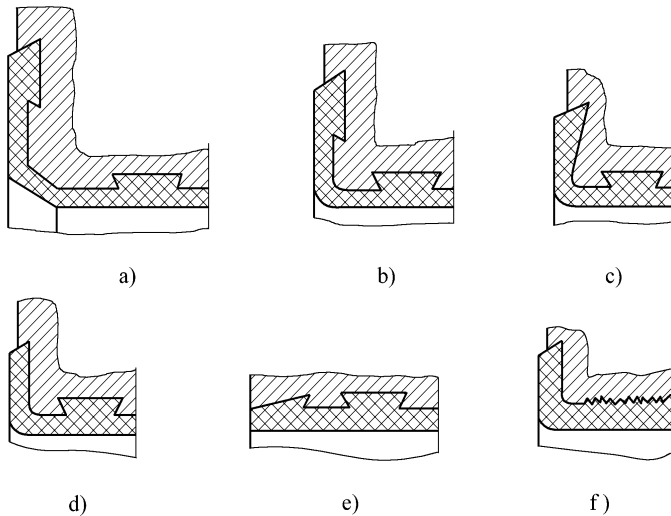


图 9.9 轴承衬背上沟槽的形式

汽车发动机、柴油机中得到了广泛应用。

为使轴承减摩层与轴承衬背贴附牢固,可在轴承衬背上制出各种形式的沟槽,见图 9.9。

2. 轴瓦的定位与配合

轴承工作时轴瓦与轴承座之间不允许有相对移动。为了防止轴瓦在轴承座中沿轴向和周向移动,可将轴瓦两端做出凸缘(图 9.7)或定位唇(图 9.10a)用作轴向定位,或采用紧定螺钉(图 9.10b)、销钉(图 9.10c)将轴瓦固定在轴承座上。

为了增强轴瓦的刚度和散热性能并保证轴瓦与轴承座的同轴度,轴瓦与轴承座应紧密配合,贴合牢靠,一般轴瓦与轴承座孔采用较小过盈量的配合,如 H7/s6, H7/r6 等。

3. 油孔、油槽和油腔的开设

为了向轴承的滑动表面供给润滑油,轴瓦上常开设有油孔、油槽和油腔。油

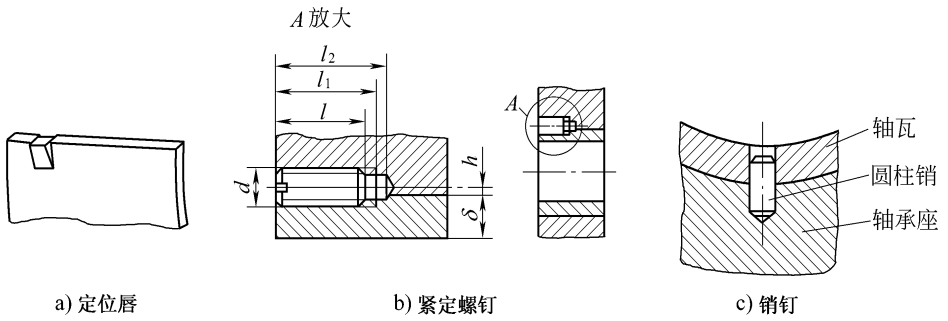


图 9.10 轴瓦的定位

孔用来供油,油槽用来输送和分布润滑油,油腔主要用作沿轴向均匀分布润滑油,并起贮油和稳定供油作用。

对于宽径比较小的轴承,只需开设一个油孔。对于宽径比大、可靠性要求较高的轴承,还需开设油槽或油腔。常见的油槽形式见图 9.11。轴向油槽应较轴承宽度稍短,以免油从轴承端部大量流失。油腔一般开设于轴瓦的剖分处,其结构见图 9.12。

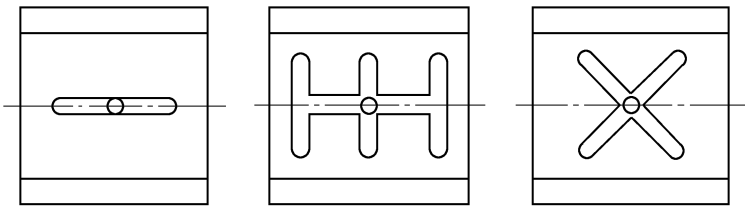


图 9.11 常见的油槽形式

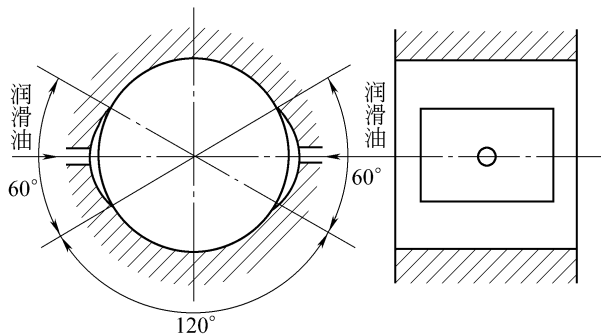


图 9.12 油腔的结构

油孔和油槽的位置及形状对轴承的工作能力和寿命影响很大。对液体动压滑动轴承,应将油孔和油槽开设在轴承的非承载区。若在承载油膜区内开设油孔和油槽,将会显著降低油膜的承载能力(图 9.13)。对于不完全油膜滑动轴承,

应使油槽尽量延伸到轴承的最大压力区附近,以便供油充分。

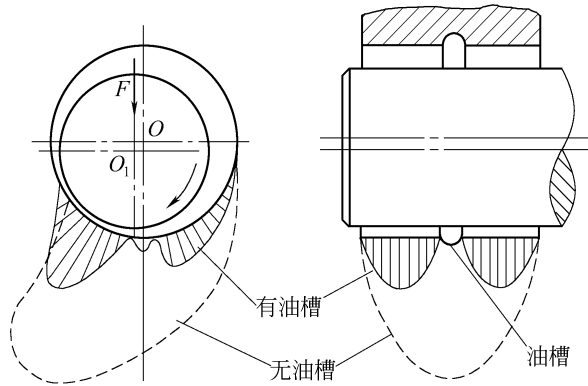


图 9.13 油槽对动压油膜压力(承载能力)的影响

9.4 滑动轴承的润滑

9.4.1 滑动轴承的润滑剂及选择

滑动轴承的润滑对其工作能力和使用寿命有着重大的影响,设计轴承时应认真加以考虑。

滑动轴承常用润滑油作润滑剂,轴颈圆周速度较低时可用润滑脂,速度特别高时可用气体润滑剂(如空气),工作温度特高或特低时可使用固体润滑剂(如石墨、二硫化钼、二硫化钨等)。选用石墨时应考虑环境对石墨摩擦性能的影响,空气中存在水分和蒸气会进一步降低其摩擦系数,干燥、真空、宇航环境中其摩擦和磨损都将显著提高。石墨可成块镶嵌于摩擦副表面,也可作为填充材料掺于粉末冶金材料或聚合物中。二硫化钼是良好的润滑材料,其表面膜的承载能力优于石墨,但在有水蒸气的环境中吸潮后摩擦系数将提高,而在真空中却与在正常空气中相近,故适于在宇航设备中使用。二硫化钼可用机械方法擦涂于摩擦件表面,或将粉状二硫化钼掺和到树脂等粘接剂中,然后用喷涂等方法覆于工件表面,还可以采用直流溅射、高频溅射等方法制备二硫化钼表面膜。

1. 润滑油的选择

选择润滑油主要考虑油的粘度和润滑性(油性),但润滑性尚无定量的理化指标,故通常只按粘度来选择。

选择润滑油的一般原则是:低速、重载、工作温度高时,应选较高粘度的润滑油;反之可选用较低粘度的润滑油。具体可按轴承压强、滑动速度和工作温度参考表 9.5 选择。当轴承工作温度较高时,选用润滑油的粘度应比表中的高一些。

此外,也可根据现有机器的成功使用经验,采用类比的方法来选择合适的润滑油。

表 9.5 滑动轴承润滑油的选择(不完全油膜润滑、工作温度小于 60)

轴颈圆周速度 $v/(m/s)$	轴承压强 $p < 3 \text{ MPa}$	轴颈圆周速度 $v/(m/s)$	轴承压强 $p = (3 \sim 7.5) \text{ MPa}$
< 0.1	L - AN68、100、150	< 0.1	L - AN150
0.1 ~ 0.3	L - AN68、100	0.1 ~ 0.3	L - AN100、150
0.3 ~ 2.5	L - AN46、68	0.3 ~ 0.6	L - AN100
2.5 ~ 5.0	L - AN32、46	0.6 ~ 1.2	L - AN68、100
5.0 ~ 9.0	L - AN15、22、32	1.2 ~ 2.0	L - AN68
> 9.0	L - AN7、10、15		

注:表中润滑油是以 40 时运动粘度为基础的牌号。

2. 润滑脂的选择

润滑脂主要用于工作要求不高、难以经常供油的不完全油膜滑动轴承的润滑。

选用润滑脂时主要考虑其稠度(针入度)和滴点。选用的一般原则是:低速、重载时应选用针入度小的润滑脂,反之选用针入度大的润滑脂;润滑脂的滴点一般应比轴承的工作温度高 20 ~ 30 或更高;潮湿或淋水环境下应选用抗水性好的钙基脂或锂基脂;温度高时应选用耐热性好的钠基脂或锂基脂。具体选用时可参考表 9.6。采用脂润滑时,要根据轴承的工作条件和转速定期补充润滑脂。

表 9.6 滑动轴承润滑脂的选择

轴承压强 p/MPa	轴颈圆周速度 $v/(m/s)$	最高工作温度/	选用润滑脂牌号
1	< 1	75	3 号钙基脂
1 ~ 6.5	0.5 ~ 5.0	55	2 号钙基脂
6.5	< 0.5	75	3 号钙基脂
6.5	0.5 ~ 5.0	120	2 号钠基脂
> 6.5	< 0.5	110	1 号钙 - 钠基脂
1 ~ 6.5	< 1	50 ~ 100	锂基脂
> 6.5	0.5	60	2 号压延基脂

注:1. 在潮湿环境,温度在 75 ~ 120 的条件下,应考虑用钙 - 钠基润滑脂;

2. 在潮湿环境,温度在 75 以下,没有 3 号钙基脂也可以用铝基脂;

3. 工作温度在 110 ~ 120 时可用锂基脂或钠基脂;

4. 集中润滑时,稠度要小些。