



成大先 主编

机械设计手册

HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN

第五版

单行本

轴 承



化学工业出版社

机械设计手册

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第五版

单行本

轴 承

主编单位 中国有色工程设计研究总院

主 编 成大先

副 主 编 王德夫 姬奎生 韩学铨

姜 勇 李长顺 王雄耀

虞培清

TH122-62

C675-7.05

化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械设计手册》第五版单行本共 16 分册,涵盖了机械常规设计的所有内容。各分册分别为:《常用设计资料》、《机械制图·精度设计》、《常用机械工程材料》、《机构》、《连接与紧固》、《轴及其连接》、《轴承》、《起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《弹簧》、《机械传动》、《减(变)速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。

本书为《轴承》。其中第 1 章为滑动轴承,主要介绍各种滑动轴承,包括非完全流体润滑轴承(径向滑动轴承、推力滑动轴承、关节轴承、自润滑轴承、塑料轴承、橡胶轴承等)、液体动压轴承、液体静压轴承、气体润滑轴承、流体动静压润滑轴承、电磁轴承的类型、特点、结构型式、设计计算、选用,以及常用滑动轴承产品的特点、结构、性能参数与应用等;第 2 章为滚动轴承,主要介绍滚动轴承的类型、代号、公差与配合、润滑、密封、设计计算、结构、选用,以及常用滚动轴承产品的结构、尺寸和性能参数等;第 3 章为直线运动滚动功能部件,主要介绍滚动直线导轨副、导套副以及滚动导轨块的类型、结构特点、设计计算等。

本书可作为机械设计人员和有关工程技术人员的工具书,也可供高等院校有关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计手册(第五版):单行本. 轴承/成大先主编. —北京:化学工业出版社,2010.1
ISBN 978-7-122-07140-8

I. 机… II. 成… III. ①机械设计-技术手册②轴承-技术手册 IV. ①TH122-62②TH133.3-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 213097 号

责任编辑:周国庆 张兴辉 王 焯 贾 娜 文字编辑:闫 敏 张燕文
责任校对:李 林 王素芹 装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 刷:大厂聚鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 35½ 字数 1267 千字 2010 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址:<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:62.00 元
京化广临字 2009—36 号

版权所有 违者必究

《机械设计手册》(第五版)单行本

出版说明

国内第一部机械设计大型工具书——《机械设计手册》第一版于1969年由化学工业出版社正式出版,40年来,共修订了五版,累计销售量超过120万套,受到广大读者的欢迎和厚爱,也多次获得国家和省部级奖励。

《机械设计手册》自出版以来,收到读者数千封来信,赢得了广大机械设计工作者的好评。特别是手册推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺,扩大了相应产品的品种和规格范围,内容齐全,实用、可靠,成为设计工作者不可缺少的工具书。

广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为单行本。

根据广大读者的反映和建议,化学工业出版社组织编辑出版人员深入设计科研院所、大中专院校、制造企业和有一定影响的新华书店进行调研,广泛征求和听取各方面的意见,在与主编单位协商一致的基础上,于2004年以《机械设计手册》第四版为基础,编辑出版了《机械设计手册》单行本,并在出版后很快得到了读者的认可。

而今,《机械设计手册》第五版(5卷本)已于去年修订完毕上市发行,第五版在提高产品开发、创新设计方面,在促进新产品设计和加工制造的新工艺设计方面,在为新产品开发、老产品改造创新提供新型元器件和新材料方面,在贯彻推广标准化工作等方面,都较第四版有很大改进。为使更多的读者可按自己的需要,有针对性地选用《机械设计手册》第五版中的部分内容,并降低购书费用,化学工业出版社在汲取《机械设计手册》第四版单行本成功经验的基础上,隆重推出《机械设计手册》第五版单行本。

《机械设计手册》第五版单行本,保留了《机械设计手册》第五版(5卷本)的优势和特色,从设计工作的实际出发,结合机械设计专业具体情况,将原来的5卷23篇调整为16分册20篇,分别为:《常用设计资料》、《机械制图·精度设计》、《常用机械工程材料》、《机构》、《连接与紧固》、《轴及其连接》、《轴承》、《起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《弹簧》、《机械传动》、《减(变)速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。这样,各分册篇幅适中,查阅和携带更加方便,有利于设计人员和读者根据各自需要灵活选购。

《机械设计手册》第五版单行本,是为了适应机械设计事业发展和广大读者的需要而编辑出版的,将与《机械设计手册》第五版(5卷本)一起,成为机械设计工作者、工程技术人员和广大读者的良师益友。

借《机械设计手册》第五版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和人员表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

由于编辑出版单行本的工作量较大，时间较紧，难免存在疏漏和缺点，恳请广大读者给予指正。

化学工业出版社

2010年1月



第五版前言

《机械设计手册》自1969年第一版出版发行以来,已经修订至第五版,累计销售量超过120万套,成为新中国成立以来,在国内影响力最强、销售量最大的机械设计工具书。作为国家级的重点科技图书,《机械设计手册》多次获得国家和省部级奖励。其中,1978年获全国科学大会科技成果奖,1983年获化工部优秀科技图书奖,1995年获全国优秀科技图书二等奖,1999年获全国化工科技进步二等奖,2002年获石油和化学工业优秀科技图书一等奖,2003年获中国石油和化学工业科技进步二等奖。1986~2002年,连续被评为全国优秀畅销书。

与时俱进、开拓创新,实现实用性、可靠性和创新性的最佳结合,协助广大机械设计人员开发出更好更新的产品,适应市场和生产需要,提高市场竞争力和国际竞争力,这是《机械设计手册》一贯坚持、不懈努力的最高宗旨。

《机械设计手册》第四版出版发行至今已有6年多的时间,在这期间,我们进行了广泛的调查研究,多次邀请了机械方面的专家、学者座谈,倾听他们对第五版修订的建议,并深入设计院所、工厂和矿山的第一线,向广大设计工作者了解《手册》的应用情况和意见,及时发现、收集生产实践中出现的新经验和新问题,多方位、多渠道跟踪、收集国内外涌现出来的新技术、新产品,改进和丰富《手册》的内容,使《手册》更具鲜活力,以最大限度地快速提高广大机械设计人员自主创新的能力,适应建设创新型国家的需要。

《手册》第五版的具体修订情况如下。

一、在提高产品开发、创新设计方面

1. 开辟了“塑料制品与塑料注射成型模具设计”篇:介绍了塑料产品和模具设计的相关基础资料、注塑成型的常见缺陷和对策。

2. 机械传动部分:增加了点线啮合传动设计;增加了符合ISO国际最新标准的渐开线圆柱齿轮的设计;补充并完善了非零变位锥齿轮设计;对多点啮合柔性传动的柔性支撑做了重新分类;增加了塑料齿轮设计。

3. “气压传动”篇全面更新:强调更新、更全、更实用,尽可能把当今国际上已有的新技术、新产品反映出来。汇集的新技术、新产品有:用于抓取和卸放的模块化导向驱动器、气动肌肉、高速阀、阀岛、气动比例伺服阀、压电比例阀、气动软停止、气动的比例气爪、双倍行程无杆气缸、无接触真空吸盘、智能三联件等。第一次把气动驱动器分成两大类型,即普通类气缸和导向驱动装置。普通类气缸实质上是不带导向机构的传统气缸及新型开发的各种气缸,如低摩擦气缸、低速气缸、耐高温气缸、不含铜和四氟乙烯的气缸等。所谓导向驱动装置是让读者根据产品技术参数直接选用,不必再另行设计导轨系统。它将成为今后的发展趋势,强调模块化,即插即用。另外还增补了与气动应用密切相关的其他行业标准、技术的基础性介绍,如气动技术中静电的产生与防止、各国对净化车间压缩空气的分类等级标准;气动元件的防爆等级分类;食品行业对设备气动元件等的卫生要求;在电子行业不含铜和四氟乙烯产品等。

4. 收集了钢丝绳振动的分析资料。

二、在促进新产品设计和加工制造的新工艺设计方面

1. 进一步扩充了表面技术,在介绍多种单一表面技术基础上又新增了复合表面技术的基本原理、适用场合、选用原则和应用实例等内容。

2. 推荐了快速原型制造技术。该技术解决了单件或小批量铸件的制造问题,大大缩短了产品的设计开发周期,可以预见,它必将受到普遍的重视,得到迅速的发展。

3. 节能的形变热处理。如铸造余热淬火,它是利用锻造的余热淬火,既节省了热处理的重新加热,而且得到了较好的力学性能的组合,使淬火钢的强度和冲击值同时提高。

三、为新产品开发、老产品改造创新,提供新型元器件和新材料方面

1. 左右螺纹防松螺栓:生产实践证明防松效果良好,而且结构简单,操作方便,是防松设计的一种新的、好的设计思路。

2. 集成式新型零部件:包括一些新型的联轴器、离合器、制动器、带减速器的电机等,这种集成式零部件增加了产品功能,减少了零件数,既节材又省工。

3. 节能产品:介绍了节能电机。

4. 新型材料:在零部件设计工艺性部分和材料篇分别阐述了“蠕墨铸铁”和“镁合金”的工艺特性和主要技术参数。“蠕墨铸铁”具有介于灰铸铁和球墨铸铁之间的良好性能。其抗拉强度、屈服强度高于高强度灰铸铁,而低于球墨铸铁,热传导性、耐热疲劳性、切削加工性和减振性又近似于一般灰铸铁;它的疲劳极限和冲击韧度虽不如球墨铸铁,但明显优于灰铸铁;它的铸造性能接近于灰铸铁,制造工艺简单,成品率高,因而具有广泛的条件,如:(1)由于强度高,对于断面的敏感性小,铸造性好,因而可用来制造复杂的大型零件;(2)由于具有较高的力学性能,并具有良好的导热性,因而常用来制造在热交换以及有较大温度梯度下工作的零件,如汽车制动盘、钢锭模等;(3)由于强度较高、致密性好,可用来代替孕育铸铁件,不仅节约了废钢,减轻了铸件重量(碳当量较高,强度却比灰铸铁高),而且成品率也大幅度提高,特别是铸件气密性增加,特别适用于液压件的生产等。“镁合金”的主要特点是密度低、比刚度和比强度高。铸造镁合金还有高的减振性,因此能承受较大的冲击振动载荷,而且在受冲击及摩擦时不会起火花。镁的体积热容比其他所有金属都低,因此,镁及其合金的另一个主要特性是加热升温与散热降温都比其他金属快;所有金属成形工艺一般都可以用于镁合金的成形加工,其中,压铸(高压铸造)工艺最为常用,镁压铸件精度高、组织细小、均匀、致密,具有良好的性能,因此,镁合金广泛应用于航天、航空、交通运输、计算机、通信器材和消费类电子产品、纺织和印刷等工业。镁合金由于它的优良的力学性能、物理性能等以及材料回收率高,符合环保要求,被称为21世纪最具开发应用前景的“绿色材料”。

四、在贯彻推广标准化工作方面

1. 所有产品、材料和工艺方面的标准均全部采用2006年和2007年公布的最新标准资料。

2. 在产品设计资料的编写方面,对许多生产厂家(如气动产品厂家)进行了标准化工作的调查研究,将标准化好的产品作为入选首要条件。应广大读者的要求,在介绍产品时,在备注中增加了产品生产厂名。由于市场经济的实际变化较快,读者必须结合当时的实际情况,进一步作深入调查,了解产品实际生产品种、规格及尺寸,以及产品质量和用户的实际反映,再作选择。

借《机械设计手册》第五版出版之际,再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心的感谢!同时也感谢给我们提供大力支持和热忱帮助的单位 and 各界朋友们!特别感谢长沙有色冶金设计研究院的袁学敏、刘金庭、陈雨田,武汉钢铁设计研究总院的刘美珑、刘翔等同志给我们提供帮助!

由于水平有限,调研工作不够全面,修订中难免存在疏漏和不足,恳请广大读者继续给予批评指正。

主 编

欢迎订阅化工版机械设计类图书

《机械工程师设计手册》电子版

498 元

《机械工程师设计手册》电子版是以现行的设计手册为基础,参考了最新的国家标准、部颁标准及行业标准,采用先进的数字存储、检索技术而开发的综合性机械设计资料查询软件,具有内容丰富、查询快捷、携带方便、更新及时、中文界面、易学易用等特点。

《机械工程师设计手册》软件版

29800 元

《机械工程师设计手册》软件版是为了满足制造业信息化过程中对专业技术的高水准要求而开发的大型、综合性工程软件。本软件包括了传统机械设计工具书的内容,同时补充了大量的机械相关数据;提供了丰富的工程图库;还提供了专业的工程计算;此外,本软件中添加了众多知名企业的产品样本及 CAD 图形。

书 名	定 价
机械设计手册 (第 1 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 2 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 3 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 4 卷) (第五版)	130.00
机械设计手册 (第 5 卷) (第五版)	138.00
齿轮传动设计手册	140.00
带传动与链传动设计手册	39.00
现代机床夹具设计	49.00
图解机械制造专业英语	58.00
机械设计课程设计图册	28.00
机床夹具设计实例教程	36.00
机械设计计算手册	40.00
产品设计实用基础	25.00
冲压模具简明设计手册 (第二版)	88.00
机械绘图与识图 300 例	28.00
机械制造专业毕业设计指导与范例	24.00
实用机械设计编程及实例——Visual Basic 6.0 程序设计	48.00
锻造模具简明设计手册	55.00
管路附件设计选用手册	150.00
机械动态仿真与工程分析——Pro/ENGINEER Wildfire 工程应用 (附光盘)	48.00
机械无级变速器设计与选用指南	38.00
挤压模具简明设计手册	33.00
联轴器、离合器设计与选用指南	45.00
联轴器选用手册	72.00

以上图书由化学工业出版社 机械·电气分社出版。如要以上图书的内容简介和详细目录,或者更多的专业图书信息,请登录 www.cip.com.cn。如要出版新著,请与编辑联系。

地址:北京市东城区青年湖南街 13 号 (100011)

购书咨询:010-64518888 (传真:010-64519686)

编辑:010-64519276 邮箱: jjiana@cip.com.cn

目 录

第 7 篇 轴承

第 1 章 滑动轴承	7-3
1 滑动轴承分类、特点与应用	7-3
2 滑动轴承类型的选择	7-4
2.1 滑动轴承性能比较	7-4
2.2 选择轴承类型的特性曲线	7-6
3 非完全流体润滑轴承	7-7
3.1 径向滑动轴承的选用与验算	7-7
3.2 推力滑动轴承的选用与验算	7-12
3.3 滑动轴承的设计资料	7-13
3.4 滑动轴承的常见型式	7-14
3.4.1 整体滑动轴承	7-14
3.4.2 对开式滑动轴承	7-15
3.4.3 法兰滑动轴承	7-18
3.5 轴套与轴瓦	7-20
3.5.1 轴套	7-20
3.5.2 轴套的固定 (摘自 JB/ZQ 4616—2006)	7-25
3.5.3 轴瓦	7-26
3.6 滑动轴承的结构要素	7-31
3.6.1 润滑槽	7-31
3.6.2 轴承合金浇铸槽	7-31
3.7 滑动轴承间隙与配合的选择	7-32
3.8 滑动轴承润滑	7-35
3.9 滑动轴承座技术条件 (摘自 JB/T 2564—2007)	7-37
3.10 关节轴承	7-38
3.10.1 关节轴承的结构型式及其代号 (摘自 GB/T 304.1—2002、 GB/T 304.2—2002)	7-38
3.10.2 关节轴承额定动、静载荷与 寿命计算	7-46
3.10.3 关节轴承的配合与公差 (摘 自 GB/T 304.3—2002、 GB/T 9161~9164—2001)	7-49
3.10.4 关节轴承的安装尺寸 (摘自 GB/T 12765—1991)	7-55
3.10.5 关节轴承产品	7-58
3.11 自润滑轴承	7-79
3.11.1 自润滑镶嵌轴承	7-79
3.11.2 粉末冶金轴承 (含油轴承) (摘自 GB/T 2688—1981、 GB/T 18323—2001)	7-83
3.11.3 自润滑复合材料卷制轴套	7-88
3.12 双金属减摩卷制轴套	7-94
3.13 塑料轴承	7-95
3.14 水润滑热固性塑料轴承 (摘自 JB/T 5985—1992)	7-97
3.15 橡胶轴承	7-100
4 液体动压润滑轴承	7-103
4.1 液体动压润滑轴承分类	7-103
4.2 基本原理	7-105
4.2.1 基本方程	7-105
4.2.2 静特性计算	7-105
4.2.3 动特性计算	7-107
4.2.4 稳定性计算	7-107
4.3 轴承主要参数的选择	7-109
4.4 典型轴承的性能曲线及计算示例	7-111
4.5 轴承材料	7-122
4.6 液体动压推力轴承	7-123

4.6.1	参数选择	7-124	5.7.1	液体静压轴承系统设计计算的一般步骤	7-159
4.6.2	斜-平面推力轴承	7-124	5.7.2	毛细管节流径向液体静压轴承设计举例	7-159
4.6.3	可倾瓦推力轴承	7-126	5.7.3	毛细管节流推力液体静压轴承设计举例	7-162
4.7	计算程序简介	7-130	5.7.4	小孔节流径向液体静压轴承设计举例	7-164
5	液体静压轴承	7-131	5.7.5	薄膜反馈节流径向液体静压轴承设计举例	7-167
5.1	概述	7-131	5.8	静压轴承的故障及消除的方法	7-170
5.2	液体静压轴承的分类	7-132	6	气体润滑轴承	7-171
5.3	液体静压轴承的原理	7-132	6.1	特点、分类与应用	7-171
5.4	液体静压轴承的结构设计	7-134	6.2	气体动压轴承	7-175
5.4.1	径向液体静压轴承结构、特点与应用	7-134	6.2.1	气体动压径向轴承	7-175
5.4.2	径向液体静压轴承的结构尺寸及主要技术数据	7-136	6.2.2	气体动压推力轴承	7-176
5.4.3	径向液体静压轴承的系列结构尺寸	7-138	6.2.3	气体动压组合型轴承	7-178
5.4.4	推力液体静压轴承结构、特点与应用	7-143	6.3	气体静压轴承	7-180
5.4.5	推力液体静压轴承的结构尺寸及主要技术数据	7-145	6.3.1	气体静压径向轴承	7-181
5.4.6	推力液体静压轴承的系列结构尺寸	7-145	6.3.2	气体静压推力轴承	7-184
5.4.7	液体静压轴承材料	7-146	6.3.3	气体静压球面轴承	7-186
5.4.8	节流器的结构、特点与应用	7-147	6.3.4	气源	7-186
5.4.9	节流器的结构尺寸及主要技术数据	7-149	7	流体动静压润滑轴承	7-189
5.5	液体静压轴承计算的基本公式	7-150	7.1	工作原理及特性	7-189
5.5.1	油垫流量系数 C_d 、有效承载面积系数 \bar{A}_e 、周向流量系数 γ 和腔内孔流量系数 ω	7-151	7.2	动静压润滑轴承设计实例	7-190
5.5.2	刚度系数 \bar{G}_0	7-153	8	电磁轴承	7-192
5.5.3	承载系数 \bar{F}_n 或偏心率 ε	7-155	8.1	静电轴承	7-192
5.5.4	功率消耗计算	7-157	8.1.1	静电轴承的基本原理	7-192
5.6	供油系统设计及元件与润滑油的选择	7-157	8.1.2	静电轴承的分类	7-192
5.6.1	供油方式、特点与应用	7-157	8.1.3	静电轴承的常用材料与结构参数	7-193
5.6.2	供油系统、特点与应用	7-158	8.1.4	静电轴承的设计与计算	7-194
5.6.3	元件的选择	7-158	8.1.5	应用举例——静电轴承陀螺仪	7-195
5.6.4	润滑油的选择	7-158	8.2	磁力轴承	7-195
5.7	液体静压轴承设计计算的一般步骤及举例	7-159	8.2.1	磁力轴承的分类与应用	7-195
			8.2.2	磁力轴承的性能计算	7-198
			8.2.3	磁力轴承的材料	7-201
			第2章 滚动轴承		7-202
			1	滚动轴承的分类和特性	7-202

1.1 滚动轴承分类 (摘自 GB/T 271—2008)	7-202	选择	7-256
1.2 带座外球面球轴承常用结构型式分类 (摘自 JB/T 8513—1996)	7-206	4.2.5 轴承与空心轴配合过盈量的 选择	7-257
1.3 滚动轴承特性比较	7-212	5 滚动轴承的润滑	7-258
2 轴承代号	7-215	5.1 选择润滑油或润滑脂的一般 原则	7-258
2.1 滚动轴承代号 (摘自 GB/T 272—1993、 JB/T 2974—2004)	7-215	5.2 滚动轴承润滑油的选择	7-258
2.2 带附件轴承代号 (摘自 JB/T 2974—2004)	7-230	5.2.1 润滑油的黏度及牌号的 选择	7-258
2.3 带座外球面球轴承代号 (摘自 JB/T 6640—2007)	7-230	5.2.2 滚动轴承用油润滑的方法	7-262
3 滚动轴承的选择与计算	7-231	5.3 滚动轴承润滑脂的选择	7-263
3.1 基本概念及术语 (摘自 GB/T 6391—2003、 GB/T 6930—2002、 GB/T 4662—2003)	7-231	5.3.1 润滑脂选择的原则	7-263
3.2 滚动轴承类型选择	7-231	5.3.2 滚动轴承润滑脂的选择	7-264
3.3 按额定动载荷选择轴承	7-231	5.3.3 滚动轴承润滑脂的填充量及 补充周期	7-264
3.3.1 基本额定动载荷计算	7-232	6 滚动轴承的轴向紧固	7-265
3.3.2 当量动载荷 P 的计算	7-235	7 滚动轴承的密封	7-266
3.3.3 载荷和速度均变动时的平均 当量动载荷计算	7-235	8 滚动轴承的游隙选用与调整	7-268
3.4 额定静载荷的计算	7-236	9 滚动轴承组合设计	7-270
3.5 滚动轴承的极限转速	7-237	9.1 轴承的配置	7-270
3.6 滚动轴承的摩擦计算	7-238	9.2 滚动轴承组合设计的典型结构	7-271
3.7 需要的最小轴向载荷的计算	7-238	10 滚动轴承的修正额定寿命 (摘自 GB/T 6391—2003)	7-273
3.8 滚动轴承选择计算举例	7-239	11 常用滚动轴承尺寸及性能参数	7-274
4 滚动轴承的公差与配合 (摘自 GB/T 307.1—2005、 GB/T 307.4—2002、 GB/T 275—1993)	7-242	11.1 深沟球轴承	7-274
4.1 滚动轴承的公差分级	7-242	11.2 调心球轴承	7-301
4.2 滚动轴承的配合	7-242	11.3 角接触球轴承	7-315
4.2.1 选择轴承配合应考虑 的因素	7-243	11.4 圆柱滚子轴承	7-332
4.2.2 轴承与轴和外壳的配合	7-245	11.5 滚针轴承	7-355
4.2.3 配合表面的粗糙度和形位 公差	7-256	11.6 调心滚子轴承	7-372
4.2.4 轴承与实心轴配合过盈量的 选择	7-256	11.7 圆锥滚子轴承	7-396
		11.8 推力球轴承	7-418
		11.9 推力滚子轴承	7-424
		11.10 带座外球面球轴承	7-430
		11.11 滚动轴承座	7-463
		11.11.1 二螺柱滚动轴承座	7-463
		11.11.2 四螺柱滚动轴承座	7-469
		11.11.3 滚动轴承座的技术条件 (摘自 JB/T 8874—2000)	7-470
		11.12 紧定套 (摘自 JB/T 7919.2—1999)	7-470

11.13 退卸衬套 (摘自 JB/T 7919.1—1999)	7-474	4.2 四滚道滚动直线导轨副安装连接 尺寸 (摘自 JB/T 7175.3—1996)	7-518
11.14 止推环 (摘自 GB/T 7813—1998)	7-480	4.3 滚动直线导轨副的精度 (摘自 JB/T 7175.4—2006)	7-518
12 回转支承	7-481	4.4 预加载荷的选择	7-520
12.1 型号编制方法 (摘自 JB/T 2300—1999)	7-481	4.5 滚动直线导轨副系列产品	7-521
12.2 基本参数	7-481	4.6 安装与压紧方式	7-527
12.2.1 单排四点接触球式回转支承 (01 系列)	7-481	4.7 滚动直线导轨副选择计算程序	7-529
12.2.2 三排滚柱式回转支承 (13 系列)	7-485	4.8 选择计算实例	7-529
12.3 选型计算 (摘自 JB/T 2300—1999)	7-488	5 滚动直线导套副	7-532
12.3.1 单排四点接触球式 (01 系列) 回转支承的计算	7-488	5.1 结构与特点	7-532
12.3.2 三排滚柱式 (13 系列) 回转 支承的计算	7-489	5.2 滚动直线球轴承 (摘自 GB/T 16940—1997)	7-532
12.3.3 01 系列回转支承承载能力 曲线图	7-489	5.3 滚动直线导套副系列产品	7-533
12.3.4 13 系列回转支承承载能力 曲线图	7-496	5.4 滚动直线导套副的精度	7-537
13 各国滚动轴承代号对照	7-499	5.5 安装调整方法	7-537
第3章 直线运动滚动功能部件	7-509	5.6 选择计算实例	7-538
1 直线运动滚动功能部件主要类型及 特点	7-509	6 滚动花键副	7-538
2 直线运动系统的载荷计算	7-510	6.1 结构和工作原理	7-538
3 滚动直线导轨副和导套副及滚动导轨 块的承载能力计算	7-515	6.2 滚动花键副系列产品	7-539
3.1 寿命计算	7-515	6.3 滚动花键副的精度	7-542
3.2 静载能力计算	7-516	6.4 滚动花键轴与花键套间的扭转 间隙	7-542
3.3 当量载荷计算	7-516	6.5 额定载荷计算	7-543
4 滚动直线导轨副	7-517	6.6 使用注意事项	7-543
4.1 结构组成与类型	7-517	7 滚动导轨块	7-544
		7.1 结构与特点	7-544
		7.2 滚动导轨块系列产品	7-544
		7.3 精度等级	7-547
		7.4 寿命计算及静载能力计算	7-547
		7.5 导轨块的安装形式和方法	7-547
		参考文献	7-550



第 7 篇 轴 承

主要撰稿 丘大谋 诸文俊 徐 华 谢振宇 成大先
邹舜卿 肖治彭 陶兆荣 邓述慈 王德夫

审 稿 王德夫 汪德涛 邹舜卿

第1章 滑动轴承

1 滑动轴承分类、特点与应用

按承载方向分：径向轴承；止推（推力）轴承；径向止推（径向推力）轴承。

按轴承结构分：整体式轴承；剖分式轴承；自位式轴承。

按润滑（摩擦）状态分：流体润滑（流体摩擦）轴承；非完全流体润滑（非完全流体摩擦）轴承；无润滑（干摩擦）轴承。

按润滑剂分：液体润滑轴承；气体润滑轴承；脂润滑轴承；固体润滑轴承。

按轴承材料分：金属轴承；粉末冶金轴承；非金属轴承。

按承载（或润滑）机理分：流体膜（厚膜）承载轴承，如流体动压轴承、流体静压轴承、流体动静压轴承；非完全流体膜（薄膜）承载轴承，如不完全油膜轴承；电力、磁力承载轴承，如静电轴承、磁力轴承；固体膜润滑轴承。

按载荷大小分：轻载轴承（平均压强 $p < 1\text{MPa}$ ）；中载轴承（平均压强 $p = 1 \sim 10\text{MPa}$ ）；重载轴承（平均压强 $p > 10\text{MPa}$ ）。

按速度高低分：低速轴承（轴颈圆周速度 $v < 5\text{m/s}$ ）；中速轴承（轴颈圆周速度 $v = 5 \sim 60\text{m/s}$ ）；高速轴承（轴颈圆周速度 $v > 60\text{m/s}$ ）。

各类滑动轴承的特点与应用见表 7-1-1。

表 7-1-1

分类		特点		应用
非完全流体润滑轴承	径向滑动轴承	整体式	轴与轴瓦之间的间隙不能调整,结构简单,轴颈只能从轴端装拆	一般用于转速低、轻载而且装拆允许的机器上
		剖分式	轴与轴瓦之间的间隙可以调整,安装简单	当机器装拆有困难时,常采用这种方式
		自位式	轴瓦可在轴承座中适当地摆动,以适应轴在弯曲时所产生的偏斜	用于传动轴有偏斜的场合,其中关节轴承适用于相互有摆动的杆件铰接处承受径向载荷
	止推滑动轴承		常用平面止推滑动轴承,由于缺乏液体摩擦的条件,而处于不完全流体润滑状态,需与向心轴承同时使用	用于承受轴向力的场合
	粉末冶金轴承(含油轴承)		具有多孔性,油存于孔隙中,在较长的时间里不添加润滑油而能自动润滑,保证正常工作,但由于其材质比较松软,故承受载荷能力较低	用于轻载、低速和不易加油的情况
	塑料轴承		与金属轴承相比,塑料轴承重量轻,维护简便。化学稳定性好,耐磨性和耐疲劳强度高,且具有减振、吸声、自润滑性、绝缘和自熄性的特点。但热膨胀系数大,导热系数低,吸湿性较大,强度和尺寸稳定性不如金属	用于速度不高或散热性好的地方,工作温度不宜超过 65°C ,瞬时工作温度不超过 80°C
	橡胶轴承		能吸收振动和冲击力,在有杂质的环境中耐磨、耐腐蚀性好,但其单位强度较金属低,耐热性差,不适合在高温及与油类或有机溶剂相接触的环境中使用	用于船舶轴管中的轴承必须减振的场合及在腐蚀环境下工作
	木轴承		木轴承质轻价廉,能吸收冲击,对轴的偏斜敏感性小,但强度低,导热性及耐湿性、耐磨性差	用于轻载必须减振的场合,如农业机械圆盘耙轴承、大粒矿石输送泵轴承等

分 类		特 点	应 用
流体 润 滑 轴 承	液体动压轴承	轴颈与轴承工作表面间被油膜完全隔开。动压轴承必须具备： ①轴承有足够的转速；②有足够的供油量，润滑油具有一定的黏度； ③轴颈与轴承工作表面之间具有适当的间隙。多油楔动压轴承可满足轴的高精度回转要求，寿命长	用于高速及高精度机械，如离心压缩机的轴承等
	液体静压轴承	轴颈与轴承被外界供给的一定压力的承载油膜完全隔开，油膜的形成不受相对滑动速度的限制，在各种速度（包括速度为零）下均有较大承载能力。轴的稳定性好，可满足轴的高精度回转要求，摩擦因数小，机械效率高，寿命长	主要用于：①低速难于形成油膜重载的地方，如立式车床、龙门卧铣、重型电机等；②要求回转精度高
	气体动压、静压轴承	气体动压、静压轴承，用空气或其他气体作润滑剂，摩擦因数小，机械效率高，可满足高速运转的要求	气体轴承用作陀螺转子、电视录像机轴承
无轴 润 滑	塑料、碳石墨轴承	在无润滑油或油脂的状态下运转	应用较少
其 他	固体润滑轴承	用石墨、二硫化钼、酞青染料、聚四氟乙烯等固体润滑剂润滑	用于极低温、高温、高压、强辐射、太空、真空等特殊工况条件下
	磁流轴承 静电轴承 磁力轴承	用磁流体作润滑剂 用电场使轴悬浮 用磁场使轴悬浮	多用于高速机械及仪表中

注：1. 无润滑：滑动副的两表面之间无润滑剂或保护膜而直接接触，此时的摩擦状态称为干摩擦，工程实际中并不存在真正干摩擦，一般所称干摩擦轴承，仅指无润滑剂介入但可能存在自然污染膜的轴承。

2. 流体润滑：滑动副的两表面之间被一层较厚的连续的流体膜隔开，表面凸峰不直接接触，摩擦只发生于流体内部，称为流体摩擦，此时的润滑状态称为流体润滑，也称为完全润滑。

3. 边界润滑：滑动副的两表面之间有一层极薄的边界膜（吸附膜和化学反应膜统称为边界膜），强度低，不能避免两表面凸峰的直接接触，但摩擦和磨损情况比干摩擦大为改善，称为边界摩擦，此时的润滑状态称为边界润滑。

4. 混合润滑：润滑副的两表面之间处于边界摩擦与流体摩擦的混合状态时，称为混合摩擦，此时的润滑状态称为混合润滑。

5. 非完全流体润滑：边界润滑或混合润滑统称为非完全流体润滑，或非完全流体摩擦。

2 滑动轴承类型的选择

2.1 滑动轴承性能比较

表 7-1-2

比较项目	一般滑动轴承	含油轴承	液体动压轴承	液体静压轴承	气体动压轴承	气体静压轴承	无润滑轴承	滚动轴承
润 滑	脂、油绳、滴油润滑，油膜不连续，得不到足够润滑	本身含油	用油较多，小型轴承润滑简单	用油量多，需专用压力供油系统	用气量少，需洁净气体	用气量多，需专用气源	未加润滑剂	脂润滑简单，用量有限

续表

比较项目	一般滑动轴承	含油轴承	液体动压轴承	液体静压轴承	气体动压轴承	气体静压轴承	无润滑轴承	滚动轴承
承载能力	<p>① 右图除滚动轴承较短外,所有轴承的轴直径均为 50mm,长度 50mm,对液体动压轴承,假设采用中等黏度的矿物油。由图可见,无润滑轴承和含油轴承在 300 ~ 1500r/min 之内的 p 比空气静压轴承的高;滚动轴承在其所允许的最高转速 9000r/min 之内的 p 都比空气静压轴承高;液体动压轴承在大约高于 20r/min 的所有转速下的 p 显著高于空气静压轴承的 p。② 空气动压轴承的 p_{max} 一般小于 0.035MPa,空气静压轴承比空气动压轴承有较高的 p。③ 含油轴承的 p 和刚度比空气静压轴承的高得多。④ 液体动压轴承能在有限时间内承受相当大的过载,其他类型轴承不具备这种特性,因此,液体动压轴承常常被用在载荷不平稳的场合</p>				<p>1—无润滑轴承;2—滚动轴承;3—含油轴承; 4—液体动压轴承;5—空气静压轴承; ○—最大允许转速</p>			
适用速度	低、中速	低、中速	中、高速	极低 ~ 高速	中、高速	极低 ~ 高速	低速	低、中速, 高速需特殊要求
径向定位精度	较高	较高	高	极高	高	极高	差	高
运转平稳性	好	好	很好	极好	极好	极好	可以	好
噪声	小	很小	极小	极小	极小	极小	小	满意
低启动转矩	可以	可以	满意	极好	满意	极好	较差	很好
外界振动	在允许载荷下可用	在允许载荷下可用	满意吸收	很好吸收	满意吸收	很好吸收	在允许载荷下可用	需特殊结构,多数有限制
高温	受油氧化限制				极好		受轴瓦材料限制	> 150°C, 需特殊要求
低温	受油低温性能限制	好	受油低温性能限制		极好		好,温度限制决定于轴瓦材料	好
寿命	有限寿命	有限寿命,较无润滑轴承长	不频繁启动时较长,受不稳定载荷时受轴瓦疲劳的限制	理论上轴承为无限寿命,供油系统为有限寿命	不频繁启动时的寿命长	同液体静压轴承	有限寿命,受轴瓦磨损限制	有限寿命,受接触疲劳寿命限制
经常启停换向	适用	适用	不很适宜	极好	不很适宜	极好	适用	极好