

机械设计手册

单行本

成大先 主编 ●

轴 承



化学工业出版社

机械设计手册

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

化学工业出版社

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计手册. 单行本. 轴承/成大先主编. —北京:
化学工业出版社, 2004.1
ISBN 7-5025-4955-2

I. 机… II. 成… III. ①机械设计-技术手册 ②机
械元件-机械设计-技术手册 IV. TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 104932 号

机械设计手册

单行本

轴 承

成大先 主编

责任编辑: 周国庆 张红兵

任文斗 张兴辉

责任校对: 陈 静

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 787 毫米 × 1092 毫米 1/16 印张 33 字数 1126 千字

2004 年 1 月第 1 版 2004 年 1 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-4955-2/TH·162

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

内 容 提 要

《机械设计手册》单行本共 15 分册 22 篇，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、极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。

本书为《轴承》，共 3 章。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，也可供大专院校有关专业师生参考。

撰 稿 人 员

- | | | | |
|-----|---------------|-----|---------------|
| 成大先 | 中国有色工程设计研究总院 | 邹舜卿 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院 | 邓述慈 | 西安理工大学 |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院 | 秦毅 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 周凤香 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 余梦生 | 北京科技大学 | 朴树寰 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 高淑之 | 北京化工大学 | 杜子英 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 柯蕊珍 | 中国有色工程设计研究总院 | 汪德涛 | 广州机床研究所 |
| 陶兆荣 | 中国有色工程设计研究总院 | 王鸿翔 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 孙东辉 | 中国有色工程设计研究总院 | 段慧文 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 李福君 | 中国有色工程设计研究总院 | 姜勇 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 阮忠唐 | 西安理工大学 | 徐永年 | 郑州机械研究所 |
| 熊绮华 | 西安理工大学 | 梁桂明 | 洛阳工学院 |
| 雷淑存 | 西安理工大学 | 张光辉 | 重庆大学 |
| 田惠民 | 西安理工大学 | 罗文军 | 重庆大学 |
| 殷鸿樑 | 上海工业大学 | 沙树明 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 齐维浩 | 西安理工大学 | 谢佩娟 | 太原理工大学 |
| 曹惟庆 | 西安理工大学 | 余铭 | 无锡市万向轴厂 |
| 关天池 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈祖元 | 广东工业大学 |
| 房庆久 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈仕贤 | 北京航空航天大学 |
| 李安民 | 机械科学研究院 | 王春和 | 北方工业大学 |
| 李维荣 | 机械科学研究院 | 周朗晴 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 丁宝平 | 机械科学研究院 | 孙夏明 | 北方工业大学 |
| 梁全贵 | 中国有色工程设计研究总院 | 季泉生 | 济南钢铁集团 |
| 王淑兰 | 中国有色工程设计研究总院 | 马敬勋 | 济南钢铁集团 |
| 林基明 | 中国有色工程设计研究总院 | 蔡学熙 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 童祖楹 | 上海交通大学 | 姚光义 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 刘清廉 | 中国有色工程设计研究总院 | 沈益新 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 许文元 | 天津工程机械研究所 | 钱亦清 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 孔庆堂 | 北京新兴超越离合器有限公司 | 于琴 | 连云港化工矿山设计研究院 |
| 孔炜 | 北京新兴超越离合器有限公司 | 蔡学坚 | 邢台地区经济委员会 |
| 朱春梅 | 北京机械工业学院 | 虞培清 | 浙江长城减速机有限公司 |
| 丘大谋 | 西安交通大学 | 项建忠 | 浙江通力减速机有限公司 |
| 诸文俊 | 西安交通大学 | 阮劲松 | 宝鸡市广环机床责任有限公司 |
| 徐华 | 西安交通大学 | 纪盛青 | 东北大学 |
| 陈立群 | 西北轻工业学院 | 黄效国 | 北京科技大学 |
| 肖治彭 | 中国有色工程设计研究总院 | 陈新华 | 北京科技大学 |

李长顺 中国有色工程设计研究总院
崔桂芝 北方工业大学
张若青 北方工业大学
王 侃 北方工业大学
张常年 北方工业大学
朱宏军 北方工业大学
佟 新 中国有色工程设计研究总院
禰有雄 天津大学
林少芬 集美大学
卢长耿 集美大学
吴根茂 浙江大学

钟荣龙 厦门海特液压机械工程有限公司
黄 畲 北京科技大学
彭光正 北京理工大学
张百海 北京理工大学
王 涛 北京理工大学
陈金兵 北京理工大学
包 钢 哈尔滨工业大学
王雄耀 费斯托 (FESTO) (中国) 有限公司
蒋友谅 北京理工大学
刘福祐 中国有色工程设计研究总院
史习先 中国有色工程设计研究总院

审 稿 人 员

余梦生	成大先	王德夫	强 毅	房庆久	李福君
钟云杰	郭可谦	姬奎生	王春九	韩学铨	段慧文
邹舜卿	汪德涛	陈应斗	刘清廉	李继和	徐 智
郭长生	吴宗泽	李长顺	陈 谦	饶振纲	季泉生
林 鹤	黄靖远	武其俭	洪允楣	蔡学熙	张红兵
朱天仕	唐铁城	卢长耿	宋京其	黄效国	吴 筠
徐文灿	史习先				

编 辑 人 员

周国庆	张红兵	任文斗	张兴辉	刘 哲	武志怡
段志兵	辛 田				

《机械设计手册》单行本 出版说明

在我国机械设计界享有盛名的《机械设计手册》，自1969年第一版出版发行以来，已经修订了四版，累计销售量超过113万套，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年至2002年，连续被评为全国优秀畅销书。

《机械设计手册》第四版（5卷本），以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、思路和方法可行、使用和核查方便等特点，受到广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和厚爱。自2002年初出版发行以来，已累计销售24000多套，收到读者来信数千封。山西省太原重型机器厂设计院的一位工程技术人员在来信中说，“《机械设计手册》（第四版）赢得了我们机械设计者的好评。特别是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，是我们设计工作者不可缺少的好助手。”江苏省南通市的一位退休工程师说，“我从事机械设计工作40余年，最初用的是1969年的《机械设计手册》第一版，后来陆续使用第二版、第三版，现在已经退休。近来逛书店，突然发现《机械设计手册》新出的第四版，爱不释手，自己买了一套收藏，它是我一生中事业中最亲密、最忠诚的伴侣。”湖南省湘潭市江麓机械集团有限公司、辽宁省鞍山焦化耐火材料设计总院的读者认为，“《机械设计手册》第四版资料全面、新颖、准确、可靠，突出了实用性，从机械人员的角度出发，反映先进性，设计方法、公式选择、参数选用都采用最新标准，实用便查。”广大读者在对《机械设计手册》第四版的内容给予充分肯定的同时，也指出了《机械设计手册》第四版（5卷本）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。其中武汉钢铁设计研究总院、重庆钢铁设计研究总院、内蒙古包头钢铁设计研究院、哈尔滨重型机器厂研究所、沈阳铁路分局沈东机械总厂、兰州铁道学院、天津工程机械研究院等众多单位的读者都纷纷来函、来电，建议将《机械设计手册》第四版以篇为单位改编为多卷本。

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、机械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，决定编辑出版《机械设计手册》单行本。

《机械设计手册》单行本，保留了《机械设计手册》第四版（5卷本）的优势和特色，从设计工作的实际出发，结合机械设计专业的具体情况，将原来的5卷23篇调整为15分册22篇，分别为：《常用设计资料》、《机械制图·极限与配合》、《常用工程材料》、《联接与紧固》、《轴及其联接》、《轴承》、《弹簧·起重运输件·五金件》、《润滑与密封》、《机械传动》、《减（变）速器·电机与电器》、《机械振动·机架设计》、《机构》、《液压传动》、《液压控制》、《气压传动》。原第5卷第23篇中“中外金属材料、滚动轴承、液压介质等牌号对照”内容，分别编入《常用工程材料》、《轴承》、《润滑与密封》、《液压传动》、《气压传动》等单行本中。这样，全套书查阅和携带更加方便，各分册篇幅适中，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》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》第四版（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》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
2004年1月

第四版前言

《机械设计手册》第一版于1969年问世,30多年来,共修订了三版,发行110余万套,受到了广大读者的欢迎和厚爱。

《机械设计手册》第三版于1994年出版发行,至今已有8年的时间。在这期间,我国的改革开放取得了举世瞩目的成就,以信息技术为代表的高新技术产业迅猛发展,经济建设日新月异。作为世界贸易组织的新成员,我国在进一步加强对外开放,顺应经济全球化潮流,主动参与国际竞争与合作的同时,也必将面对更为激烈的竞争和更加严峻的挑战。作为机械设计工作者,要参与激烈的竞争,迎接严峻的挑战,就必须积极快速地开发具有国际先进水平、形成自身特色的高质量的新产品。

《机械设计手册》第四版修订就是以满足新产品开发设计的需要为宗旨而进行的。因此,本版除了继续发扬前三版“实用可靠、内容齐全、简明便查”的特点外,首先着重推荐了许多实用的新技术、新产品、新材料和新工艺,并扩大了相应产品的品种和规格范围,同时全面采用了最新标准。调整了部分篇章,修改删节了不足和错误之处。全书仍分五卷出版,修订情况如下。

1. 采用新技术方面:

(1) 为便于设计人员充分利用通用的、先进的数字仿真软件,快速地进行液压伺服系统的数字仿真与动态分析,专门撰写了MATLAB仿真软件及其在液压控制系统仿真中的应用。气压传动进行了全面更新,包括了现代气压传动最新技术的各主要方面,推荐了阀岛技术、导杆气缸、仿生气动肌腱(一种能卷折起来的便于携带的新型气动驱动器)和模块化气动机械手等。

(2) 传动方面增加了“新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术”和活齿传动。新型非零变位锥齿轮及双曲齿轮技术突破了零传动设计的制约,创立了非零传动设计。用此设计制造出的齿轮,在轴交角保持不变的条件下,具有高强度、长寿命、低噪声、小体积、大速比、少齿数等优点。该技术具有国际先进或领先水平,适用于高强度正传动设计,小体积小型设计,低噪声负传动设计等,并便于引进产品国产化,新产品开发创优和老产品改进,已在国内许多产品上推广使用。

(3) 介绍了金属-橡胶复合弹簧的设计计算。

(4) 介绍了几种新型热处理和新型表面处理工艺。

2. 采用新材料、新产品方面:

(1) 材料全面采用最新国家标准、行业标准,并推荐了许多新型材料品种,扩大了相应的规格范围。

(2) 联接与紧固、传动零部件、滚动轴承以及大部分或全部液压、气压传动和控制零部件都采用了最新标准及新产品,同时新增加了空气轴承、电磁轴承、膜片联轴器、膜片弹簧、盘形制动器、惯性制动器、电液推杆等,大大丰富了机械零部件的品种和规格范围。

(3) 在同类手册中首次编入了锚固联接一章,锚固联接技术有利于改善和加快设备的安装。

3. 补充了多点柔性传动的动力计算,从而完善了多点柔性传动的设计内容。

4. 为引起读者在新产品开发设计中重视产品的造型设计,特别在第1篇中增加了结构设计应与造型设计相结合的内容。

5. 扩大了几种常用设计资料的中外对照范围,更加便于今后的中外交流和产品开发中的国内外产品选择和配套。

6. 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。

7. 目前国家各级标准修订工作正处在向国际标准接轨时期, 加之组织机构的调整, 使各类标准工作未能同步进行, 因此, 手册中的一些名词、术语以及单位等, 未能完全统一。同时, 手册在引用各种标准时, 也都是根据设计需要进行摘编的, 请读者在使用中注意。

8. 对篇章结构作了部分调整。将第 1 篇原第 12 章通用技术条件及说明, 分散到该篇相关工艺性及结构要素各章, 更便于查阅, 原第 11 章变为第 12 章, 并增加了结构设计应与造型设计相结合的内容 (第 11 章)。第 5 篇联接与紧固增加了锚固联接一章。考虑机电一体化产品发展很快, 原第 22 篇内容已无法满足产品开发设计的需要, 若继续更新扩大, 则手册篇幅过大, 使用不便, 故第四版未再将此内容编入手册, 而是单独组织编写了《光机电一体化产品设计手册》一书。

为了满足新产品开发设计的需要, 我们还陆续组织编写了《机械设计图册》(已出版)、《光机电一体化产品设计使用手册》(已出版)、《现代设计方法实用手册》、《新产品开发设计指南》、《技术创新专利申请策划基础》等新书目。这几套书既各自独立, 又有内在联系, 但其共同点都是有助于新产品的开发, 强调实用性、启发性、开拓性和先进性相结合, 构成一套比较系统的、风格独特的机械新产品开发设计系列工具书。

《机械设计手册》第四版是在前几版基础上重新编写而成的。借《机械设计手册》第四版出版之际, 再次向参加每版编写的单位和个人表示衷心地感谢! 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!

由于水平有限, 调查研究工作不够全面, 《机械设计手册》第四版中难免存在疏漏和缺点, 恳请广大读者继续给予指正。

主 编

2001 年 11 月

目 录

第 6 篇 轴 承

第 1 章 滑动轴承	6-3	角接触关节轴承	6-60
1 滑动轴承分类、特点与应用	6-3	推力关节轴承	6-62
2 滑动轴承类型的选择	6-4	自润滑角接触和推力关节轴承	6-63
2.1 滑动轴承性能比较	6-4	内螺纹组装 (及镶垫) 杆端关节轴承	6-65
2.2 选择轴承类型的特性曲线	6-6	内螺纹带锁口杆端关节轴承	6-67
3 非完全流体润滑轴承	6-7	内螺纹自润滑杆端关节轴承	6-68
3.1 径向滑动轴承的选用与验算	6-7	外螺纹组装和镶垫杆端关节轴承	6-69
3.2 推力滑动轴承的选用与验算	6-12	外螺纹自润滑杆端关节轴承	6-71
3.3 滑动轴承设计资料	6-13	弯杆形和直杆形球头关节轴承	6-72
3.4 滑动轴承的常见型式	6-14	单杆形球头杆端关节轴承	6-73
3.4.1 整体滑动轴承	6-14	3.11 自润滑轴承	6-74
3.4.2 对开式滑动轴承	6-15	自润滑镶嵌轴承	6-74
3.4.3 法兰滑动轴承	6-18	粉末冶金轴承 (含油轴承)	6-75
3.5 轴套与轴瓦	6-20	3.12 塑料轴承	6-82
3.5.1 轴套	6-20	3.13 橡胶轴承	6-87
3.5.2 轴套的固定 (JB/ZQ 4616—1997)	6-26	4 液体动压润滑轴承	6-90
3.5.3 轴瓦	6-27	4.1 液体动力润滑轴承分类	6-90
3.6 滑动轴承的结构要素	6-32	4.2 基本原理	6-92
3.6.1 润滑槽	6-32	4.2.1 基本方程	6-92
3.6.2 轴承合金浇铸槽	6-32	4.2.2 静特性计算	6-92
3.7 滑动轴承间隙与配合的选择	6-33	4.2.3 动特性计算	6-94
3.8 滑动轴承润滑	6-36	4.2.4 稳定性计算	6-94
3.9 滑动轴承座技术条件 (JB/T 2564—1991)	6-38	4.3 轴承主要参数的选择	6-96
3.10 关节轴承	6-39	4.4 典型轴承的性能曲线及计算示例	6-98
3.10.1 关节轴承的结构型式及其代号 (GB/T 304.1—1988、GB/T 304.2—1988)	6-39	4.5 轴承材料	6-109
3.10.2 关节轴承额定动、静载荷与寿命计算	6-44	4.6 液体动压推力轴承	6-110
3.10.3 关节轴承的配合与公差 (GB/T 304.3—1990、GB/T 304.10—1989)	6-47	4.6.1 参数选择	6-111
3.10.4 关节轴承产品	6-51	4.6.2 斜-平面推力轴承	6-111
单缝外圈向心关节轴承 (一)	6-51	4.6.3 可倾瓦推力轴承	6-113
单缝外圈向心关节轴承 (二)	6-53	4.7 计算程序简介	6-117
宽内圈单缝外圈向心关节轴承	6-55	5 液体静压轴承	6-118
自润滑向心关节轴承	6-57	5.1 概述	6-118
		5.2 液体静压轴承的分类	6-119
		5.3 液体静压轴承的原理	6-119
		5.4 液体静压轴承的结构设计	6-121
		5.4.1 径向液体静压轴承结构、特点与应用	6-121
		5.4.2 径向液体静压轴承的结构尺寸及主要技术数据	6-123

5.4.3 径向液体静压轴承的系列结构	8 电磁轴承	6-177
尺寸	8.1 静电轴承	6-177
5.4.4 推力液体静压轴承结构、特点与应用	8.1.1 静电轴承的基本原理	6-178
应用	8.1.2 静电轴承的分类	6-178
5.4.5 推力液体静压轴承的结构尺寸及主要技术数据	8.1.3 静电轴承的常用材料与结构参数	6-178
5.4.6 推力液体静压轴承的系列结构	8.1.4 静电轴承的设计与计算	6-179
尺寸	8.1.5 应用举例——静电轴承陀螺仪	6-180
5.4.7 液体静压轴承材料	8.2 磁力轴承	6-180
5.4.8 节流器的结构、特点与应用	8.2.1 磁力轴承的分类与应用	6-180
5.4.9 节流器的结构尺寸及主要技术数据	8.2.2 磁力轴承的性能计算	6-183
5.5 液体静压轴承计算的基本公式	8.2.3 磁力轴承的材料	6-186
5.5.1 油垫流量系数 C_d 、有效承载面积系数 \bar{A}_0 、周向流量系数 γ 和腔内孔流量系数 ω	第2章 滚动轴承	6-187
5.5.2 刚度系数 \bar{G}_0	1 滚动轴承的分类和特性 (GB/T 271—1997)	6-187
5.5.3 承载系数 \bar{F}_0 或偏心率 ϵ	2 轴承代号	6-194
5.5.4 功率消耗计算	3 滚动轴承的选择与计算	6-199
5.6 供油系统设计及元件与润滑油的选择	3.1 基本概念及术语 (GB/T 6391—1995、GB/T 6930—1986)	6-199
5.6.1 供油方式、特点与应用	3.2 轴承类型选择	6-199
5.6.2 供油系统、特点与应用	3.3 按额定动载荷选择轴承	6-199
5.6.3 元件的选择	3.3.1 基本额定动载荷计算	6-199
5.6.4 润滑油的选择	3.3.2 当量动载荷 P 的计算	6-203
5.7 液体静压轴承设计举例	3.3.3 载荷和速度均变动时的平均当量动载荷计算	6-203
5.7.1 毛细管节流径向液体静压轴承	3.4 额定静载荷的计算	6-204
5.7.2 毛细管节流推力液体静压轴承	3.5 滚动轴承的极限转速	6-205
5.7.3 小孔节流径向液体静压轴承	3.6 滚动轴承的摩擦计算	6-206
5.7.4 薄膜反馈节流径向液体静压轴承	3.7 需要的最小轴向载荷的计算	6-206
6 气体润滑轴承	3.8 滚动轴承选择计算例题	6-207
6.1 特点、分类与应用	4 滚动轴承的公差与配合 (GB/T 307.1—1994、GB/T 307.4—1994、GB/T 275—1993)	6-209
6.2 气体动压轴承	4.1 滚动轴承的公差分级	6-209
6.2.1 气体动压径向轴承	4.2 滚动轴承的配合	6-210
6.2.2 气体动压推力轴承	4.2.1 选择轴承配合应考虑的因素	6-210
6.2.3 气体动压组合型轴承	4.2.2 轴承与轴和外壳的配合	6-211
6.3 气体静压轴承	4.2.3 配合表面的粗糙度和形位公差	6-219
6.3.1 气体静压径向轴承	4.2.4 轴承与实心轴配合过盈量的选择	6-223
6.3.2 气体静压推力轴承	4.2.5 轴承与空心轴配合过盈量的选择	6-224
6.3.3 气体静压球面轴承	5 滚动轴承的润滑	6-225
6.3.4 气源	5.1 选择润滑油或润滑脂的一般原则	6-225
7 流体动静压润滑轴承	5.2 滚动轴承润滑油的选择	6-225
7.1 工作原理及特性		
7.2 动静压润滑轴承设计实例		

5.2.1 润滑油的粘度及牌号的选择	6-225	的计算	6-460
5.2.2 滚动轴承用油润滑的各种方法	6-229	12.3.3 01 系列回转支承承载能力曲线图	6-460
5.3 滚动轴承润滑脂的选择	6-230	12.3.4 13 系列回转支承承载能力曲线图	6-467
5.3.1 润滑脂选择的原则	6-230	13 各国滚动轴承代号对照	6-471
5.3.2 滚动轴承润滑脂的选择	6-231	第3章 直线运动滚动功能部件	6-479
5.3.3 滚动轴承润滑脂的填充量及补充周期	6-231	1 滚动直线导轨副主要类型及特点	6-479
6 滚动轴承的轴向紧固	6-232	2 直线运动系统的载荷计算	6-480
7 滚动轴承的密封	6-233	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	6-484
8 滚动轴承的游隙选用与调整	6-235	3.1 寿命计算	6-484
9 滚动轴承组合设计	6-237	3.2 静载能力计算	6-485
9.1 轴承的配置	6-237	3.3 当量载荷计算	6-485
9.2 滚动轴承组合设计的典型结构	6-238	4 滚动直线导轨副	6-485
10 滚动轴承材料对轴承载荷能力与寿命的影响	6-240	4.1 结构组成与类型	6-485
11 常用滚动轴承尺寸及性能参数	6-241	4.2 滚动直线导轨副安装连接尺寸 (JB/T 7175.3—1996)	6-487
11.1 深沟球轴承	6-241	4.3 滚动直线导轨副的精度 (JB/T 7175.2—1993)	6-487
11.2 调心球轴承	6-268	4.4 预加载荷的选择	6-489
11.3 角接触球轴承	6-282	4.5 滚动直线导轨副尺寸系列	6-489
11.4 圆柱滚子轴承	6-299	4.6 安装与压紧方式	6-495
11.5 滚针轴承	6-322	4.7 滚动直线导轨副选择计算的步骤与方法	6-497
11.6 调心滚子轴承	6-343	4.8 选择计算实例	6-497
11.7 圆锥滚子轴承	6-367	5 滚动直线导套副	6-497
11.8 推力球轴承	6-389	5.1 结构与特点	6-497
11.9 推力滚子轴承	6-395	5.2 滚动直线运动球轴承 (GB/T 16940—1997)	6-497
11.10 带座外球面球轴承	6-401	5.3 滚动直线导套副尺寸系列	6-499
11.11 滚动轴承座	6-434	5.4 滚动直线导套副的精度	6-502
11.11.1 二螺柱滚动轴承座	6-434	5.5 安装方法	6-502
11.11.2 四螺柱滚动轴承座	6-440	5.6 选择计算实例	6-503
11.11.3 滚动轴承座的技术条件 (JB/T 8874—2000)	6-441	6 滚动花键副	6-503
11.12 紧定套 (GB/T 7919.2—1999)	6-441	6.1 结构和工作原理	6-503
11.13 退卸衬套 (GB/T 7919.1—1999)	6-445	6.2 滚动花键副尺寸系列	6-503
11.14 止推环 (GB/T 7813—1998)	6-451	6.3 滚动花键副的精度	6-505
12 回转支承	6-452	6.4 滚动花键轴与花键套间的回转间隙	6-506
12.1 型号编制方法 (JB/T 2300—1999)	6-452	6.5 额定载荷计算	6-506
12.2 基本参数	6-452	6.6 使用注意事项	6-506
12.2.1 单排四点接触球式回转支承 (01 系列)	6-452	7 滚动导轨块	6-507
12.2.2 三排滚柱式回转支承 (13 系列)	6-456	7.1 结构与特点	6-507
12.3 选型计算	6-459	7.2 滚动导轨块尺寸系列	6-507
12.3.1 单排四点接触球式 (01 系列) 回转支承的计算	6-459	7.3 精度等级	6-508
12.3.2 三排滚柱式 (13 系列) 回转支承		7.4 寿命计算	6-508
		7.5 导轨块的安装形式和方法	6-508
		参考文献	6-510

第 6 篇 轴 承

主要撰稿	丘大谋	诸文俊	徐 华	陈立群
	成大先	肖治彭	邹舜卿	邓述慈
审 稿	郭可谦	王德夫	汪德涛	邹舜卿
	成大先			



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 6-1-1。

表 6-1-1

分 类		特 点	应 用	
非完全流体润滑轴承	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	一般采用润滑脂、油绳与滴油型式润滑，轴颈与轴承表面得不到足够润滑剂，液体油膜不连续。结构简单，摩擦因数较大，磨损较大	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。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须减振及腐蚀环境下工作	
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	用于轻载须减振情况，如农业机械圆盘耙轴承、大粒矿石输送带轴承等		

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，润滑油具有一定的粘度；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	用于高转速及高精度机械，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、靛青染料、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 用电力场使轴悬浮 用磁力场使轴悬浮	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 6-1-2

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