

成大先 主编

机械设计手册

第六版



轴 承

HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

机械设计手册

第六版

单行本

轴 承

主编单位 中国有色工程设计研究总院

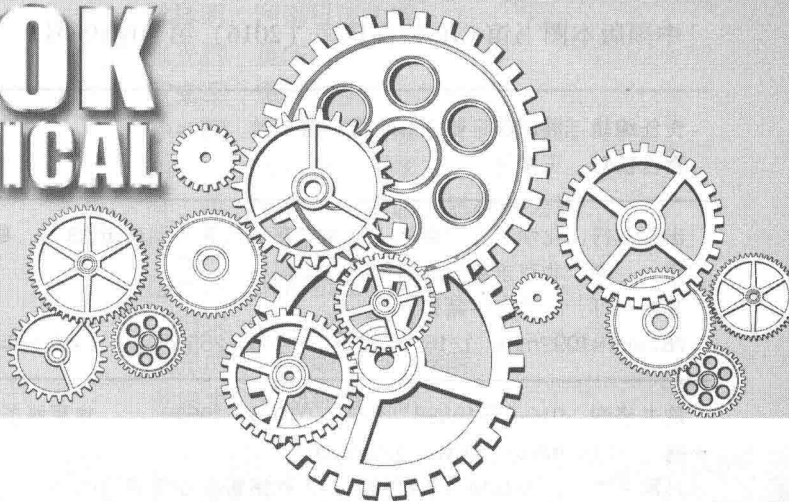
主 编 成大先

副主编 王德夫 姬奎生 韩学铨

姜 勇 李长顺 王雄耀

虞培清 成 杰 谢京耀

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械设计手册》第六版单行本共 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·结构设计》《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》。第 1 章为滑动轴承,除了介绍滑动轴承的分类、特点、应用和选择外,还详细介绍了不完全流体润滑轴承(径向滑动轴承、止推滑动轴承、关节轴承、自润滑轴承、塑料轴承、水润滑热固性塑料轴承、橡胶轴承)、液体动压润滑轴承、液体静压润滑轴承、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、设计计算和选用;第 2 章为滚动轴承,主要介绍了滚动轴承的分类和特性、轴承代号、选择与计算、公差与配合、润滑、轴向紧固、密封、游隙选用与调整、组合设计、额定寿命修正,常用轴承的尺寸和性能参数,回转支承的型号、参数和计算,以及各国滚动轴承代号的对照;第 3 章为直线运动滚动功能部件,主要介绍其类型、特点和相关计算,以及滚动直线导轨副、导套副、滚动花键副和滚动导轨块的结构特点、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使用。

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. —6 版.
北京:化学工业出版社,2017.1
ISBN 978-7-122-28702-1

I. ①机… II. ①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(2016)第 309035 号

责任编辑:周国庆 张兴辉 贾娜 曾越
责任校对: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:北京永鑫印刷有限责任公司
装 订:三河市宇新装订厂
787mm×1092mm 1/16 印张 35 字数 1255 千字 2017 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

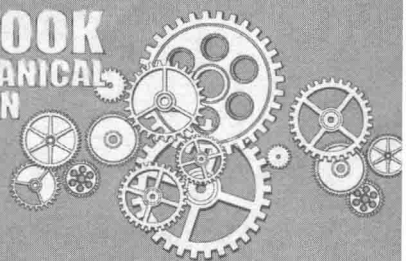
购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:89.00 元
京化广临字 2016—21

版权所有 违者必究

撰稿人员

- 成大先 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
刘世参 《中国表面工程》杂志、装甲兵工程学院
姬奎生 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
余梦生 北京科技大学
高淑之 北京化工大学
柯蕊珍 中国有色工程设计研究总院
杨青 西北农林科技大学
刘志杰 西北农林科技大学
王欣玲 机械科学研究院
陶兆荣 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
李福君 中国有色工程设计研究总院
阮忠唐 西安理工大学
熊绮华 西安理工大学
雷淑存 西安理工大学
田惠民 西安理工大学
殷鸿樑 上海工业大学
齐维浩 西安理工大学
曹惟庆 西安理工大学
吴宗泽 清华大学
关天池 中国有色工程设计研究总院
房庆久 中国有色工程设计研究总院
李建平 北京航空航天大学
李安民 机械科学研究院
李维荣 机械科学研究院
丁宝平 机械科学研究院
梁全贵 中国有色工程设计研究总院
王淑兰 中国有色工程设计研究总院
林基明 中国有色工程设计研究总院
王孝先 中国有色工程设计研究总院
童祖楹 上海交通大学
刘清廉 中国有色工程设计研究总院
许文元 天津工程机械研究所
- 孙永旭 北京古德机电技术研究所
丘大谋 西安交通大学
诸文俊 西安交通大学
徐华 西安交通大学
谢振宇 南京航空航天大学
陈应斗 中国有色工程设计研究总院
张奇芳 沈阳铝镁设计研究院
安剑 大连华锐重工集团股份有限公司
迟国东 大连华锐重工集团股份有限公司
杨明亮 太原科技大学
邹舜卿 中国有色工程设计研究总院
邓述慈 西安理工大学
周凤香 中国有色工程设计研究总院
朴树寰 中国有色工程设计研究总院
杜子英 中国有色工程设计研究总院
汪德涛 广州机床研究所
朱炎 中国航宇救生装置公司
王鸿翔 中国有色工程设计研究总院
郭永 山西省自动化研究所
厉海祥 武汉理工大学
欧阳志喜 宁波双林汽车部件股份有限公司
段慧文 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
徐永年 郑州机械研究所
梁桂明 河南科技大学
张光辉 重庆大学
罗文军 重庆大学
沙树明 中国有色工程设计研究总院
谢佩娟 太原理工大学
余铭 无锡市万向联轴器有限公司
陈祖元 广东工业大学
陈仕贤 北京航空航天大学
郑自求 四川理工学院
贺元成 泸州职业技术学院
季泉生 济南钢铁集团

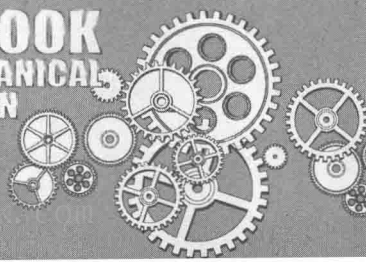


- | | | | |
|-----|-----------------|-----|--------------------|
| 方正 | 中国重型机械研究院 | 申连生 | 中冶迈克液压有限责任公司 |
| 马敬勋 | 济南钢铁集团 | 刘秀丽 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 冯彦宾 | 四川理工学院 | 宋天民 | 北京钢铁设计研究总院 |
| 袁林 | 四川理工学院 | 周堉 | 中冶京城工程技术有限公司 |
| 孙夏明 | 北方工业大学 | 崔桂芝 | 北方工业大学 |
| 黄吉平 | 宁波市镇海减变速机制造有限公司 | 佟新 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 陈宗源 | 中冶集团重庆钢铁设计研究院 | 禩有雄 | 天津大学 |
| 张翌 | 北京太富力传动机器有限责任公司 | 林少芬 | 集美大学 |
| 陈涛 | 大连华锐重工集团股份有限公司 | 卢长耿 | 厦门海德科液压机械设备有限公司 |
| 于天龙 | 大连华锐重工集团股份有限公司 | 容同生 | 厦门海德科液压机械设备有限公司 |
| 李志雄 | 大连华锐重工集团股份有限公司 | 张伟 | 厦门海德科液压机械设备有限公司 |
| 刘军 | 大连华锐重工集团股份有限公司 | 吴根茂 | 浙江大学 |
| 蔡学熙 | 连云港化工矿山设计研究院 | 魏建华 | 浙江大学 |
| 姚光义 | 连云港化工矿山设计研究院 | 吴晓雷 | 浙江大学 |
| 沈益新 | 连云港化工矿山设计研究院 | 钟荣龙 | 厦门厦顺铝箔有限公司 |
| 钱亦清 | 连云港化工矿山设计研究院 | 黄畬 | 北京科技大学 |
| 于琴 | 连云港化工矿山设计研究院 | 王雄耀 | 费斯托(FESTO)(中国)有限公司 |
| 蔡学坚 | 邢台地区经济委员会 | 彭光正 | 北京理工大学 |
| 虞培清 | 浙江长城减速机有限公司 | 张百海 | 北京理工大学 |
| 项建忠 | 浙江通力减速机有限公司 | 王涛 | 北京理工大学 |
| 阮劲松 | 宝鸡市广环机床责任有限公司 | 陈金兵 | 北京理工大学 |
| 纪盛青 | 东北大学 | 包钢 | 哈尔滨工业大学 |
| 黄效国 | 北京科技大学 | 蒋友谅 | 北京理工大学 |
| 陈新华 | 北京科技大学 | 史习先 | 中国有色工程设计研究总院 |
| 李长顺 | 中国有色工程设计研究总院 | | |

审 稿 人 员

- | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| 刘世参 | 成大先 | 王德夫 | 郭可谦 | 汪德涛 | 方正 | 朱炎 | 李钊刚 |
| 姜勇 | 陈谌闻 | 饶振纲 | 季泉生 | 洪允楣 | 王正 | 詹茂盛 | 姬奎生 |
| 张红兵 | 卢长耿 | 郭长生 | 徐文灿 | | | | |

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



《机械设计手册》(第六版)单行本

出版说明

重点科技图书《机械设计手册》自1969年出版发行以来,已经修订至第六版,累计销售量超过130万套,成为新中国成立以来,在国内影响力最大的机械设计工具书,多次获得国家和省部级奖励。

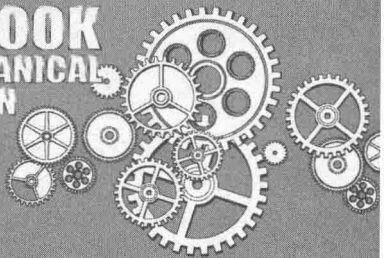
《机械设计手册》以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、便于使用和查询等特点,赢得了广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和好评。自出版以来,收到读者来信数千封。广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,诸多读者建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为多卷本。

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。2011年,《机械设计手册》第五版单行本出版发行。

《机械设计手册》第六版(5卷本)于2016年初面市发行,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,都较第五版有很大改进。为更加贴合读者需求,便于读者有针对性地选用《机械设计手册》第六版中的部分内容,化学工业出版社在汲取《机械设计手册》前两版单行本出版经验的基础上,推出了《机械设计手册》第六版单行本。

《机械设计手册》第六版单行本,保留了《机械设计手册》第六版(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21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·结构设计》《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,有利于设计人员和广大读者根据各自需要

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN



灵活选购。

《机械设计手册》第六版单行本将与《机械设计手册》第六版（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。

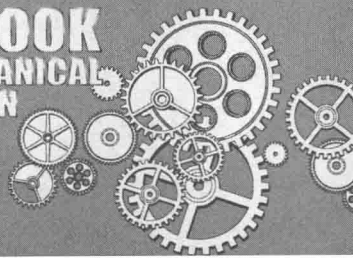
借《机械设计手册》第六版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和个人表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

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，恳请广大读者给予批评指正。

化学工业出版社

2017年1月

**HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN**



《机械设计手册》自 1969 年第一版出版发行以来,已经修订了五次,累计销售量 130 万套,成为新中国成立以来,在国内影响力强、销售量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。1986~2015 年,多次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》(以下简称《手册》)第五版出版发行至今已有 8 年的时间,在这期间,我们进行了广泛的调查研究,多次邀请机械方面的专家、学者座谈,倾听他们对第六版修订的建议,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》第六版的具体修订情况如下。

一、在提高产品开发、创新设计方面

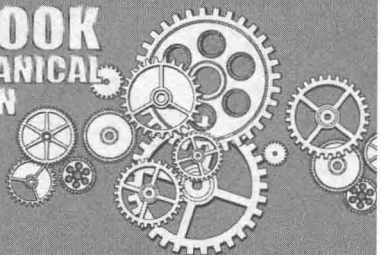
1. 新增第 5 篇“机械产品结构设计”,提出了常用机械产品结构设计的 12 条常用准则,供产品设计人员参考。

2. 第 1 篇“一般设计资料”增加了机械产品设计的巧(新)例与错例等内容。

3. 第 11 篇“润滑与密封”增加了稀有润滑装置的设计计算内容,以适应润滑新产品开发、设计的需要。

4. 第 15 篇“齿轮传动”进一步完善了符合 ISO 国际标准的渐开线圆柱齿轮设计,非零变位锥齿轮设计,点线啮合传动设计,多点啮合柔性传动设计等内容,例如增加了符合 ISO 标准的渐开线齿轮几何计算及算例,更新了齿轮精度等。

5. 第 23 篇“气压传动”增加了模块化电/气混合驱动技术、气动系统节能等内容。



二、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

1. 介绍了相关节能技术及产品, 例如增加了气动系统的节能技术和产品、节能电机等。
2. 各篇介绍了许多新型的机械零部件, 包括一些新型的联轴器、离合器、制动器、带减速器的电机、起重运输零部件、液压元件和辅件、气动元件等, 这些产品均具有技术先进、节能等特点。
3. 新材料方面, 增加或完善了铜及铜合金、铝及铝合金、钛及钛合金、镁及镁合金等内容, 这些合金材料由于具有优良的力学性能、物理性能以及材料回收率高等优点, 目前广泛应用于航天、航空、高铁、计算机、通信元件、电子产品、纺织和印刷等行业。

三、在贯彻推广标准化工作方面

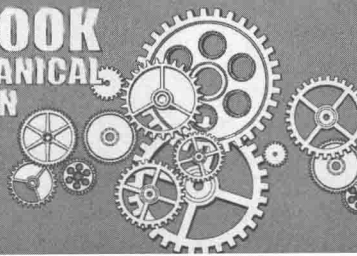
1. 所有产品、材料和工艺均采用新标准资料, 如材料、各种机械零部件、液压和气动元件等全部更新了技术标准和产品。
2. 为满足机械产品通用化、国际化的需要, 遵照立足国家标准、面向国际标准的原则来收录内容, 如第 15 篇“齿轮传动”更新并完善了符合 ISO 标准的渐开线齿轮设计等。

《机械设计手册》第六版是在前几版的基础上编写而成的。借《机械设计手册》第六版出版之际, 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!

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

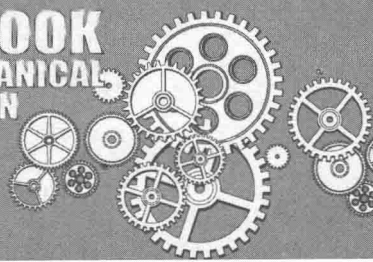
主 编

**HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN**

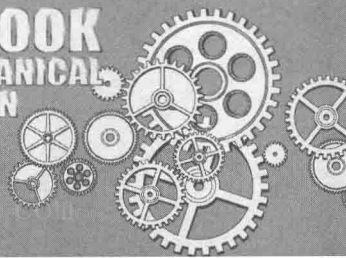


第 8 篇 轴承

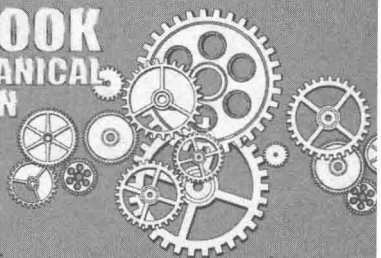
第 1 章 滑动轴承	8-3
1 滑动轴承分类、特点与应用	8-3
2 滑动轴承类型的选择	8-4
2.1 滑动轴承性能比较	8-4
2.2 选择轴承类型的特性曲线	8-6
3 不完全流体润滑轴承	8-7
3.1 径向滑动轴承的选用与验算	8-7
3.2 止推滑动轴承的选用与验算	8-13
3.3 滑动轴承的设计资料	8-14
3.4 滑动轴承的常见结构型式	8-15
3.4.1 整体滑动轴承	8-15
3.4.2 对开式滑动轴承	8-16
3.4.3 法兰滑动轴承	8-19
3.5 轴套与轴瓦	8-21
3.5.1 轴套	8-21
3.5.2 轴套的固定 (摘自 JB/ZQ 4616—2006)	8-26
3.5.3 轴瓦	8-27
3.6 滑动轴承的结构要素	8-28
3.6.1 润滑槽	8-28
3.6.2 轴承合金浇铸槽	8-28
3.7 滑动轴承间隙与配合的选择	8-29
3.8 滑动轴承润滑	8-32
3.9 滑动轴承座技术条件 (摘自 JB/T 2564—2007)	8-34
3.10 关节轴承	8-35
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)	8-35
3.10.2 关节轴承额定动、静载荷与 寿命计算	8-43
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)	8-46
3.10.4 关节轴承的安装尺寸 (摘自 GB/T 12765—1991)	8-52
3.10.5 关节轴承产品	8-55
3.11 自润滑轴承	8-76
3.11.1 自润滑镶嵌轴承	8-76
3.11.2 粉末冶金轴承 (含油轴承) (摘自 GB/T 2688—2012、 GB/T 18323—2001)	8-80
3.11.3 自润滑复合材料卷制轴套	8-87
3.12 双金属减摩卷制轴套	8-92
3.13 塑料轴承	8-93
3.14 水润滑热固性塑料轴承 (摘自 JB/T 5985—1992)	8-95
3.15 橡胶轴承	8-98
4 液体动压润滑轴承	8-101
4.1 液体动压润滑轴承分类	8-101
4.2 基本原理	8-103
4.2.1 基本方程	8-103
4.2.2 静特性计算	8-103
4.2.3 动特性计算	8-105
4.2.4 稳定性计算	8-105
4.3 轴承主要参数的选择	8-107
4.4 典型轴承的性能曲线及计算 示例	8-109
4.5 轴承材料	8-120
4.6 液体动压推力轴承	8-121
4.6.1 参数选择	8-122



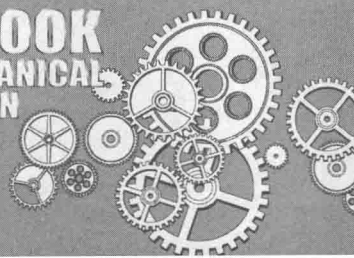
4.6.2 斜-平面推力轴承	8-122	的一般步骤	8-157
4.6.3 可倾瓦推力轴承	8-124	5.7.2 毛细管节流径向液体静压 轴承设计举例	8-157
4.7 计算程序简介	8-128	5.7.3 毛细管节流推力液体静压 轴承设计举例	8-160
5 液体静压轴承	8-129	5.7.4 小孔节流径向液体静压轴 承设计举例	8-162
5.1 概述	8-129	5.7.5 薄膜反馈节流径向液体静 压轴承设计举例	8-165
5.2 液体静压轴承的分类	8-130	5.8 静压轴承的故障及消除的方 法	8-168
5.3 液体静压轴承的原理	8-130	6 气体润滑轴承	8-169
5.4 液体静压轴承的结构设计	8-132	6.1 特点、分类与应用	8-169
5.4.1 径向液体静压轴承结构、 特点与应用	8-132	6.2 气体动压轴承	8-173
5.4.2 径向液体静压轴承的结构 尺寸及主要技术数据	8-134	6.2.1 气体动压径向轴承	8-173
5.4.3 径向液体静压轴承的系列 结构尺寸	8-136	6.2.2 气体动压推力轴承	8-174
5.4.4 推力液体静压轴承结构、 特点与应用	8-141	6.2.3 气体动压组合型轴承	8-176
5.4.5 推力液体静压轴承的结构 尺寸及主要技术数据	8-143	6.3 气体静压轴承	8-178
5.4.6 推力液体静压轴承的系列 结构尺寸	8-143	6.3.1 气体静压径向轴承	8-179
5.4.7 液体静压轴承材料	8-144	6.3.2 气体静压推力轴承	8-182
5.4.8 节流器的结构、特点与 应用	8-145	6.3.3 气体静压球面轴承	8-184
5.4.9 节流器的结构尺寸及主要 技术数据	8-147	6.3.4 气源	8-184
5.5 液体静压轴承计算的基本公式	8-148	7 流体动静压润滑轴承	8-187
5.5.1 油垫流量系数 C_d 、有效承载 面积系数 A_b 、周向流量系数 γ 和腔内孔流量系数 ω	8-149	7.1 工作原理及特性	8-187
5.5.2 刚度系数 G_0	8-151	7.2 动静压润滑轴承设计实例	8-188
5.5.3 承载系数 F_n 或偏心率 ϵ	8-153	8 电磁轴承	8-190
5.5.4 功率消耗计算	8-155	8.1 静电轴承	8-190
5.6 供油系统设计及元件与润滑油的选择	8-155	8.1.1 静电轴承的基本原理	8-190
5.6.1 供油方式、特点与应用	8-155	8.1.2 静电轴承的分类	8-190
5.6.2 供油系统、特点与应用	8-156	8.1.3 静电轴承的常用材料与结构 参数	8-191
5.6.3 元件的选择	8-156	8.1.4 静电轴承的设计与计算	8-192
5.6.4 润滑油的选择	8-156	8.1.5 应用举例——静电轴承 陀螺仪	8-193
5.7 液体静压轴承设计计算的一般 步骤及举例	8-157	8.2 磁力轴承	8-193
5.7.1 液体静压轴承系统设计计算		8.2.1 磁力轴承的分类与应用	8-193
		8.2.2 磁力轴承的性能计算	8-196
		8.2.3 磁力轴承的材料	8-199
		第2章 滚动轴承	8-200
		1 滚动轴承的分类和特性	8-200



1.1 滚动轴承分类 (摘自 GB/T 271—2008)	8-200	4.2 滚动轴承的配合	8-244
1.2 带座外球面球轴承常用结构型式分类 (摘自 GB/T 28779—2012)	8-204	4.2.1 选择轴承配合应考虑的因素	8-245
1.3 滚动轴承特性比较	8-210	4.2.2 轴承与轴和外壳的配合	8-247
2 轴承代号	8-213	4.2.3 配合表面及主端面的粗糙度和几何公差	8-258
2.1 滚动轴承代号 (摘自 GB/T 272—1993、JB/T 2974—2004)	8-213	4.2.4 轴承与实心轴配合过盈量的选择	8-258
2.2 带附件轴承代号 (摘自 JB/T 2974—2004)	8-228	4.2.5 轴承与空心轴配合过盈量的选择	8-259
2.3 带座外球面球轴承代号 (摘自 JB/T 6640—2007)	8-228	4.2.6 安装轴承的轴与外壳的圆角、挡肩等设计	8-260
3 滚动轴承的选择与计算	8-229	5 滚动轴承的润滑	8-261
3.1 基本概念及术语 (摘自 GB/T 6391—2010、GB/T 6930—2002、GB/T 4662—2012)	8-229	5.1 选择润滑油或润滑脂的一般原则	8-261
3.2 滚动轴承类型选择	8-229	5.2 滚动轴承润滑油的选择	8-261
3.3 按额定动载荷选择轴承 (摘自 GB/T 6391—2010)	8-230	5.2.1 润滑油的黏度及牌号的选择	8-261
3.3.1 基本额定动载荷计算	8-230	5.2.2 滚动轴承用油润滑的方法	8-265
3.3.2 当量动载荷 P 的计算	8-233	5.3 滚动轴承润滑脂的选择	8-266
3.3.3 载荷和速度均变动时的平均当量动载荷计算	8-233	5.3.1 润滑脂选择的原则	8-266
3.4 额定静载荷的计算 (摘自 GB/T 4662—2012)	8-235	5.3.2 滚动轴承润滑脂的选择	8-267
3.5 滚动轴承的极限转速	8-235	5.3.3 滚动轴承润滑脂的填充量及补充周期	8-267
3.6 滚动轴承的摩擦计算与温升	8-236	6 滚动轴承的轴向紧固	8-268
3.6.1 轴承的摩擦	8-236	7 滚动轴承的密封	8-269
3.6.2 轴承的温升	8-238	8 滚动轴承的游隙选用与调整	8-271
3.7 滚动轴承的预紧	8-238	9 滚动轴承组合设计	8-273
3.7.1 定位预紧	8-238	9.1 轴承的配置	8-273
3.7.2 最小轴向 (定位) 预紧载荷的选取	8-239	9.2 滚动轴承组合设计的典型结构	8-274
3.7.3 定压预紧	8-240	10 滚动轴承的修正额定寿命 (摘自 GB/T 6391—2010)	8-276
3.7.4 径向预紧	8-241	11 常用滚动轴承尺寸及性能参数	8-277
3.8 滚动轴承选择计算举例	8-241	11.1 深沟球轴承	8-277
4 滚动轴承的公差与配合 (摘自 GB/T 307.1—2005、GB/T 307.4—2012、GB/T 275—1993)	8-244	11.2 调心球轴承	8-304
4.1 滚动轴承的公差分级	8-244	11.3 角接触球轴承	8-318
		11.4 圆柱滚子轴承	8-335
		11.5 滚针轴承	8-358
		11.6 调心滚子轴承	8-377
		11.7 圆锥滚子轴承	8-391



11.8 推力球轴承	8-413	导轨块的承载能力计算	8-510
11.9 推力滚子轴承	8-419	3.1 寿命计算	8-510
11.10 带座外球面球轴承	8-425	3.2 静载能力计算	8-511
11.11 滚动轴承座	8-458	3.3 当量载荷计算	8-511
11.11.1 二螺柱立式滚动轴承座	8-458	4 滚动直线导轨副	8-512
11.11.2 四螺柱立式滚动轴承座	8-464	4.1 结构组成与类型	8-512
11.11.3 滚动轴承剖分立式轴承座的技术条件(摘自 JB/T 8874—2010)	8-465	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)	8-513
11.12 紧定套(摘自 GB/T 9160.1—2006)	8-465	4.3 滚动直线导轨副的精度(摘自 JB/T 7175.4—2006)	8-513
11.13 退卸衬套(摘自 GB/T 9160.1—2006)	8-469	4.4 预加载荷的选择	8-515
11.14 止推环(摘自 GB/T 7813—2008)	8-475	4.5 滚动直线导轨副系列产品	8-516
12 回转支承	8-476	4.6 安装与压紧方式	8-522
12.1 型号编制方法(摘自 JB/T 2300—2011)	8-476	4.7 滚动直线导轨副选择计算程序	8-524
12.2 基本参数	8-476	4.8 选择计算实例	8-524
12.2.1 单排四点接触球式回转支承(01系列)	8-476	5 滚动直线导套副	8-527
12.2.2 三排滚柱式四转支承(13系列)	8-480	5.1 结构与特点	8-527
12.3 选型计算(摘自 JB/T 2300—2011)	8-483	5.2 滚动直线球轴承(摘自 GB/T 16940—1997)	8-527
12.3.1 单排四点接触球式(01系列)四转支承的计算	8-483	5.3 滚动直线导套副系列产品	8-528
12.3.2 三排滚柱式(13系列)四转支承的计算	8-484	5.4 滚动直线导套副的精度	8-532
12.3.3 01系列回转支承承载能力曲线图	8-484	5.5 安装调整方法	8-532
12.3.4 13系列回转支承承载能力曲线图	8-491	5.6 选择计算实例	8-533
13 各国滚动轴承代号对照	8-494	6 滚动花键副	8-533
第3章 直线运动滚动功能部件	8-504	6.1 结构和工作原理	8-533
1 直线运动滚动功能部件主要类型及特点	8-504	6.2 滚动花键副系列产品	8-534
2 直线运动系统的载荷计算	8-505	6.3 滚动花键副的精度	8-537
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	8-510	6.4 滚动花键轴与花键套间的扭转间隙	8-537
		6.5 额定载荷计算	8-538
		6.6 使用注意事项	8-538
		7 滚动导轨块	8-539
		7.1 结构与特点	8-539
		7.2 滚动导轨块系列产品	8-539
		7.3 精度等级	8-542
		7.4 寿命计算及静载能力计算	8-542
		7.5 导轨块的安装形式和方法	8-542
		参考文献	8-545



机械设计手册

第六版

第 2 卷

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第 8 篇
轴承

主要撰稿

丘大谋

诸文俊

徐 华

谢振宇

成大先

邹舜卿

王德夫

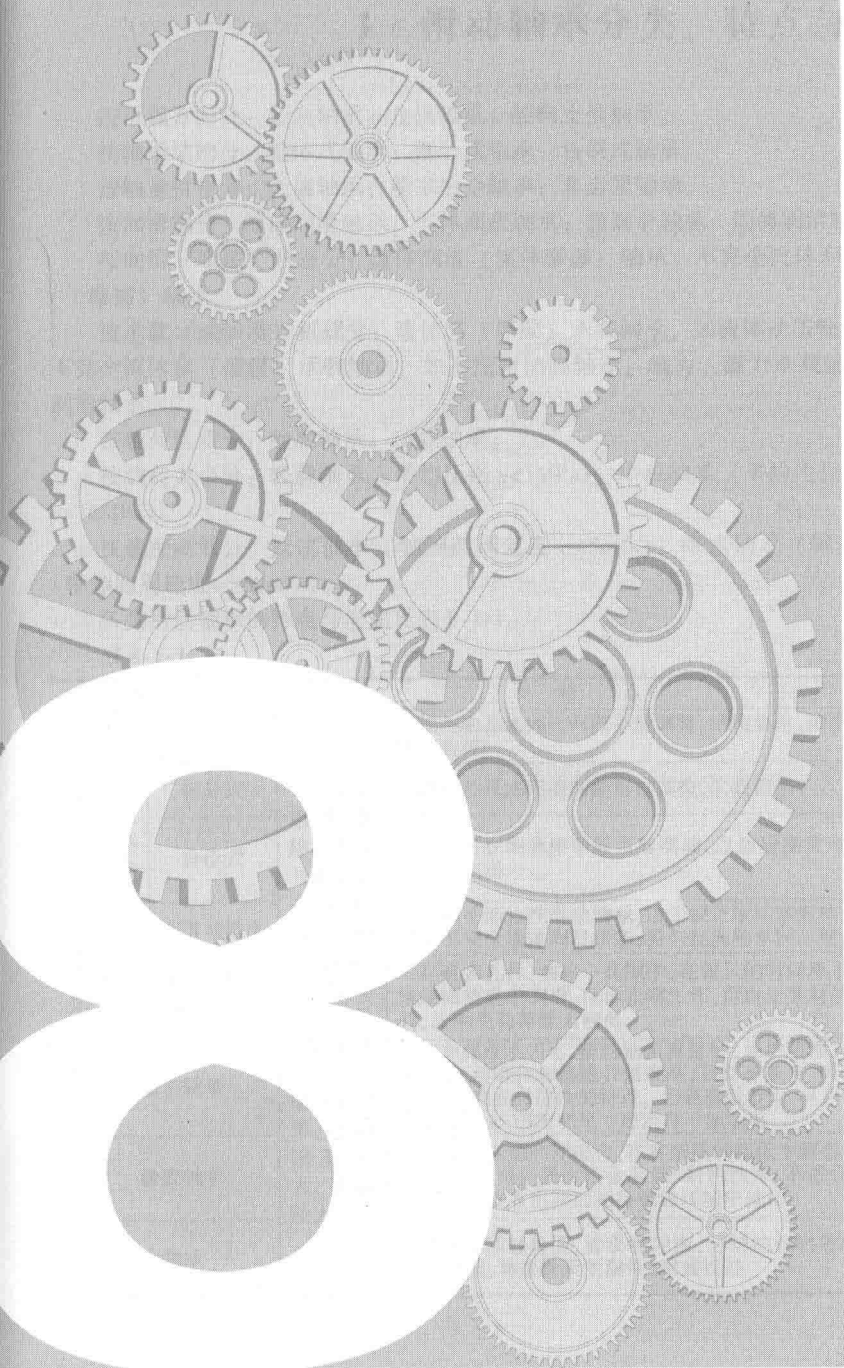
陶兆荣

邓述慈

审 稿

王德夫

汪德涛



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；止推轴承；径向止推轴承。

按轴承结构分：整体式轴承；剖分式轴承；自位式轴承。

按轴承材料分：金属轴承；粉末冶金轴承；非金属轴承。

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。

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

按载荷性质分：静载轴承；动载轴承。

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 8-1-1。

表 8-1-1

分 类		特 点		应 用
不 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,常采用这种结构型式
		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,需与径向轴承同时使用	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、低速和不易加油的场合
	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场合,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、酞菁染料、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. 不完全流体润滑: 边界润滑或混合润滑统称为不完全流体润滑, 或不完全流体摩擦。

2 滑动轴承类型的选择

2.1 滑动轴承性能比较

表 8-1-2

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