

成大先 主编

机械设计手册

第六版

单行本

轴 承

HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

机械设计手册

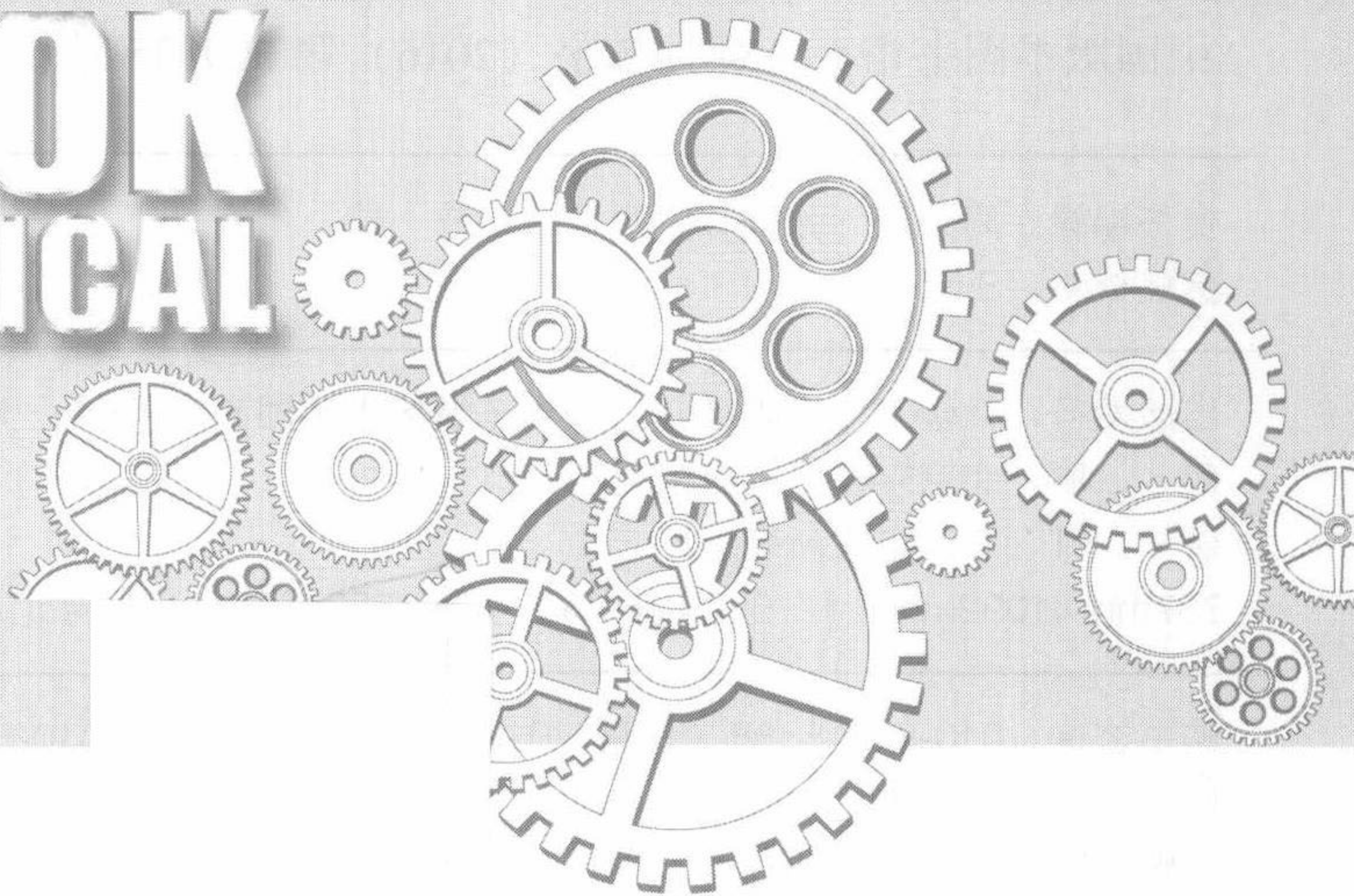
第六版

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

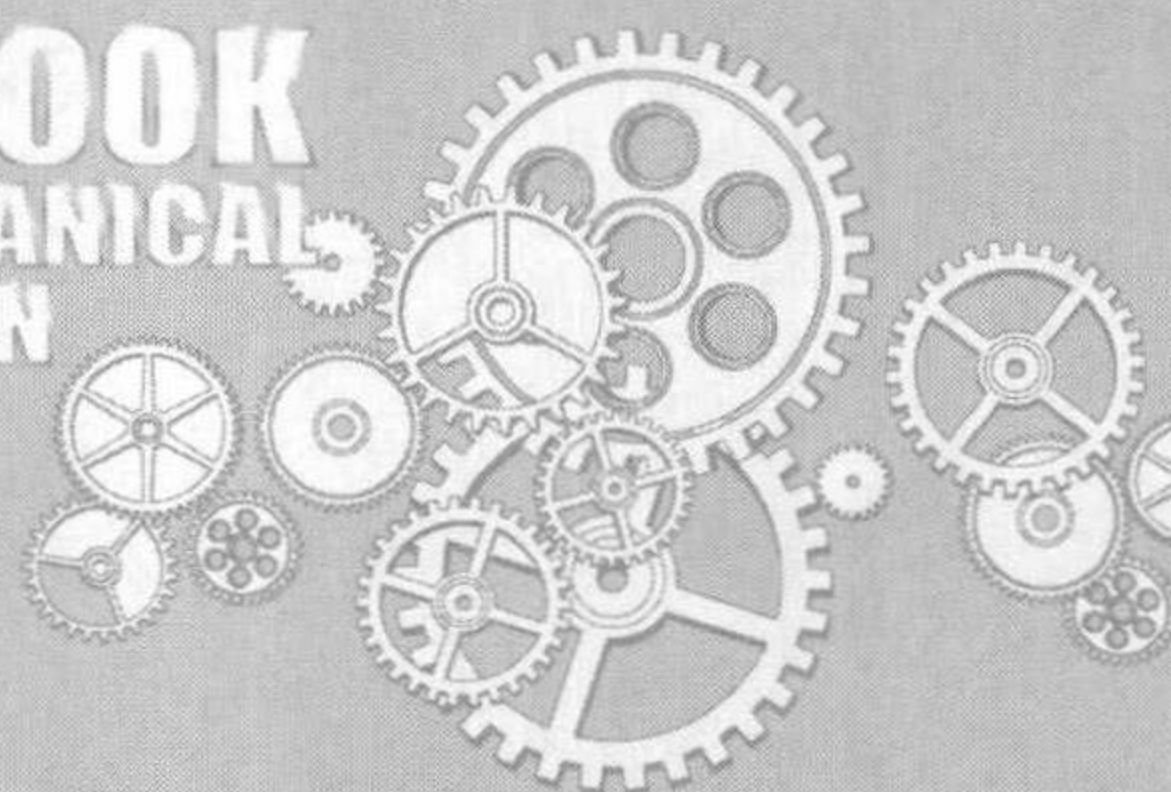
购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899
网 址：<http://www.cip.com.cn>
凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：89.00 元
京化广临字 2016——21

版权所有 违者必究

撰稿人员

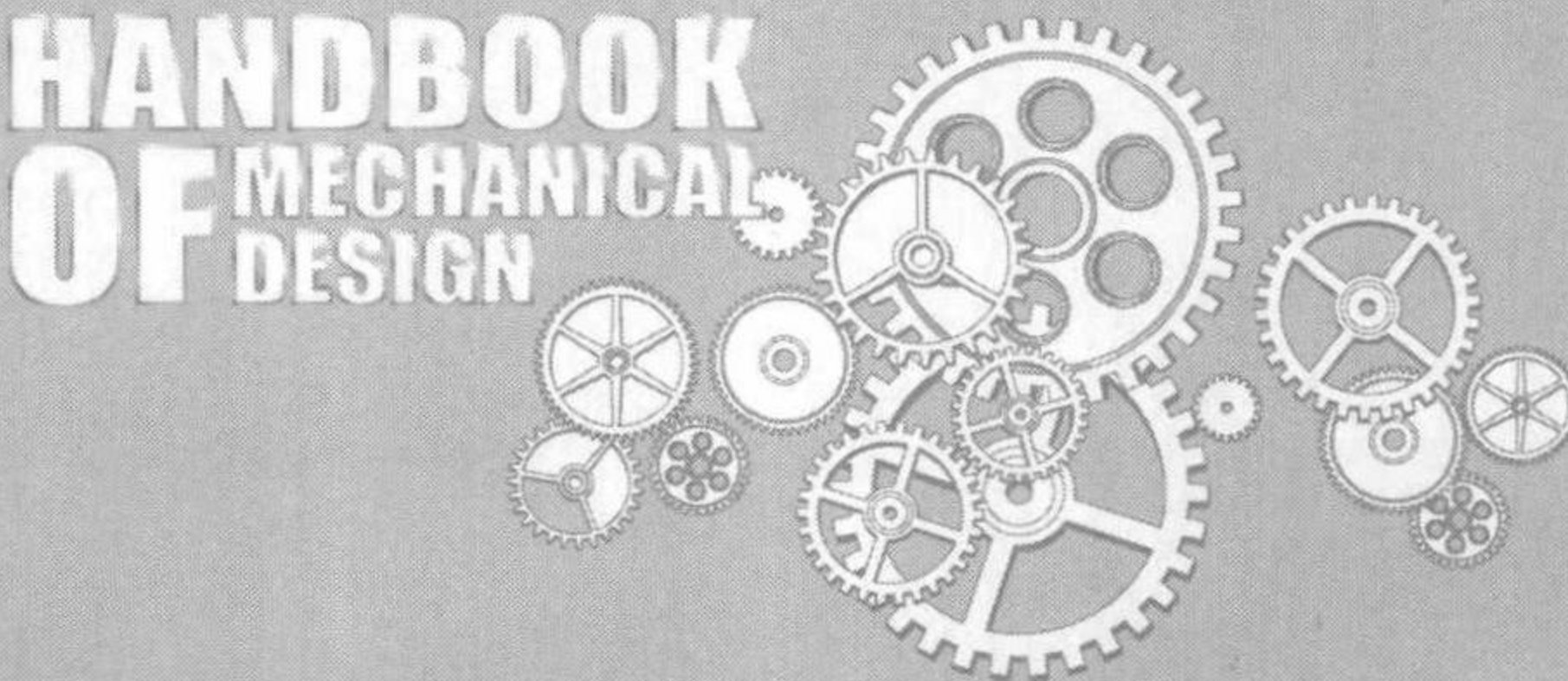
- | | | | |
|-----|--------------------|------|----------------|
| 成大先 | 中国有色工程设计研究总院 | 孙永旭 | 北京古德机电技术研究所 |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院 | 丘大谋 | 西安交通大学 |
| 刘世参 | 《中国表面工程》杂志、装甲兵工程学院 | 诸文俊 | 西安交通大学 |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院 | 徐 华 | 西安交通大学 |
| 韩学铨 | 北京石油化工工程公司 | 谢振宇 | 南京航空航天大学 |
| 余梦生 | 北京科技大学 | 陈应斗 | 中国有色工程设计研究总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



《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 and 省部级奖励。

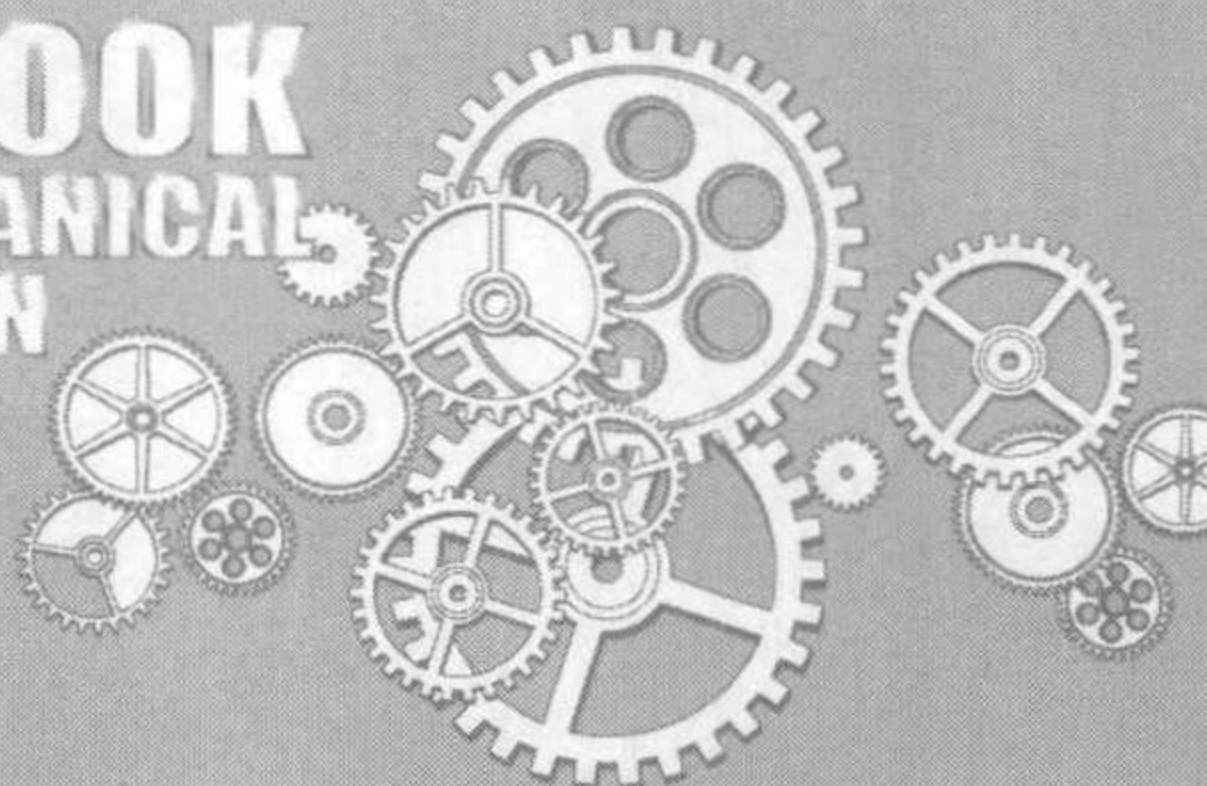
《机械设计手册》以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、便于使用和查询等特点,赢得了广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和好评。自出版以来,收到读者来信数千封。广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,诸多读者建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为多卷本。

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。

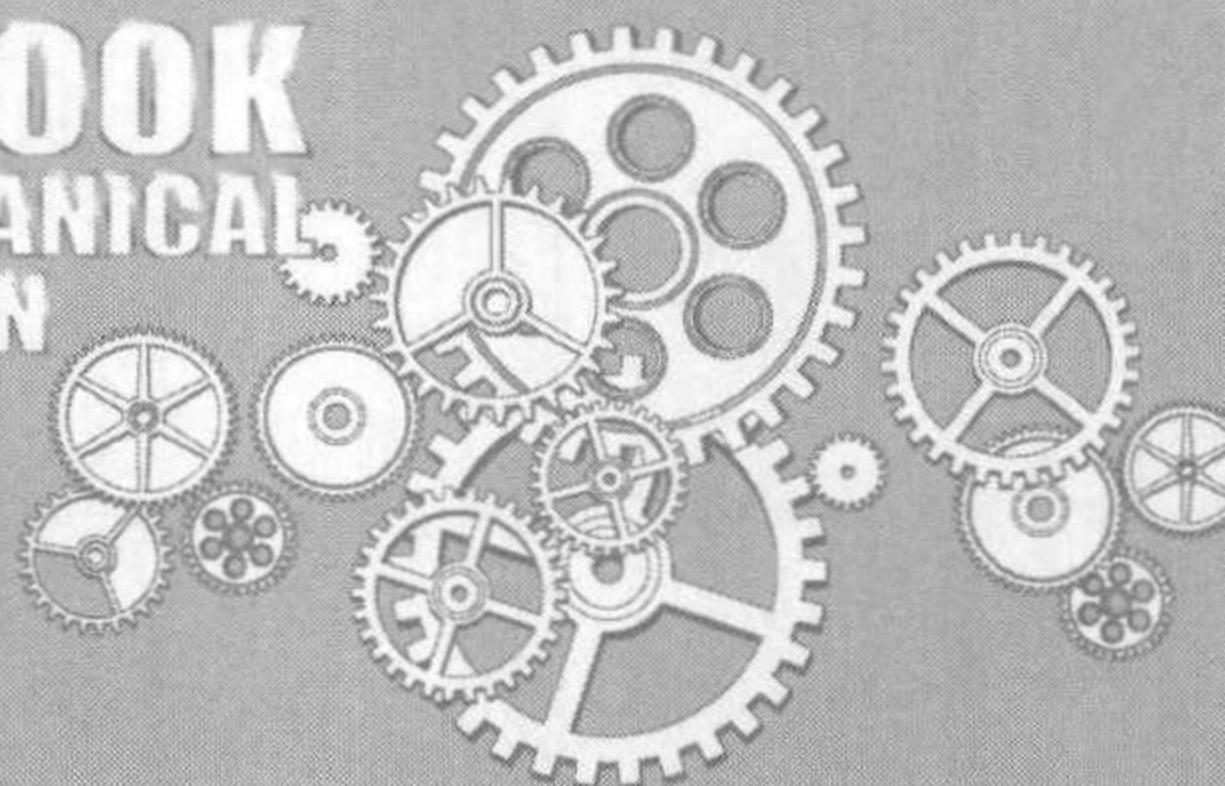
借《机械设计手册》第六版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和个人表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

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。

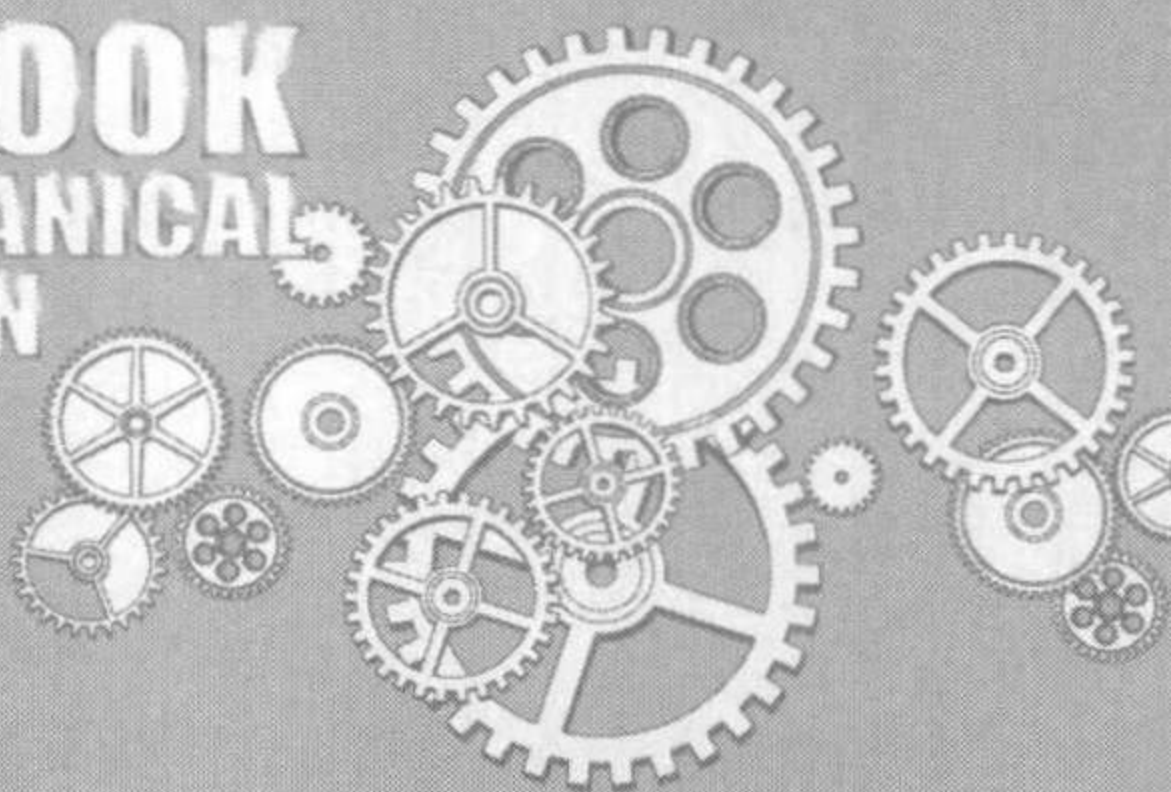
与时俱进、开拓创新,实现实用性、可靠性和创新性的最佳结合,协助广大机械设计人员开发出更好更新的产品,适应市场和生产需要,提高市场竞争力和国际竞争力,这是《机械设计手册》一贯坚持、不懈努力的最高宗旨。

《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

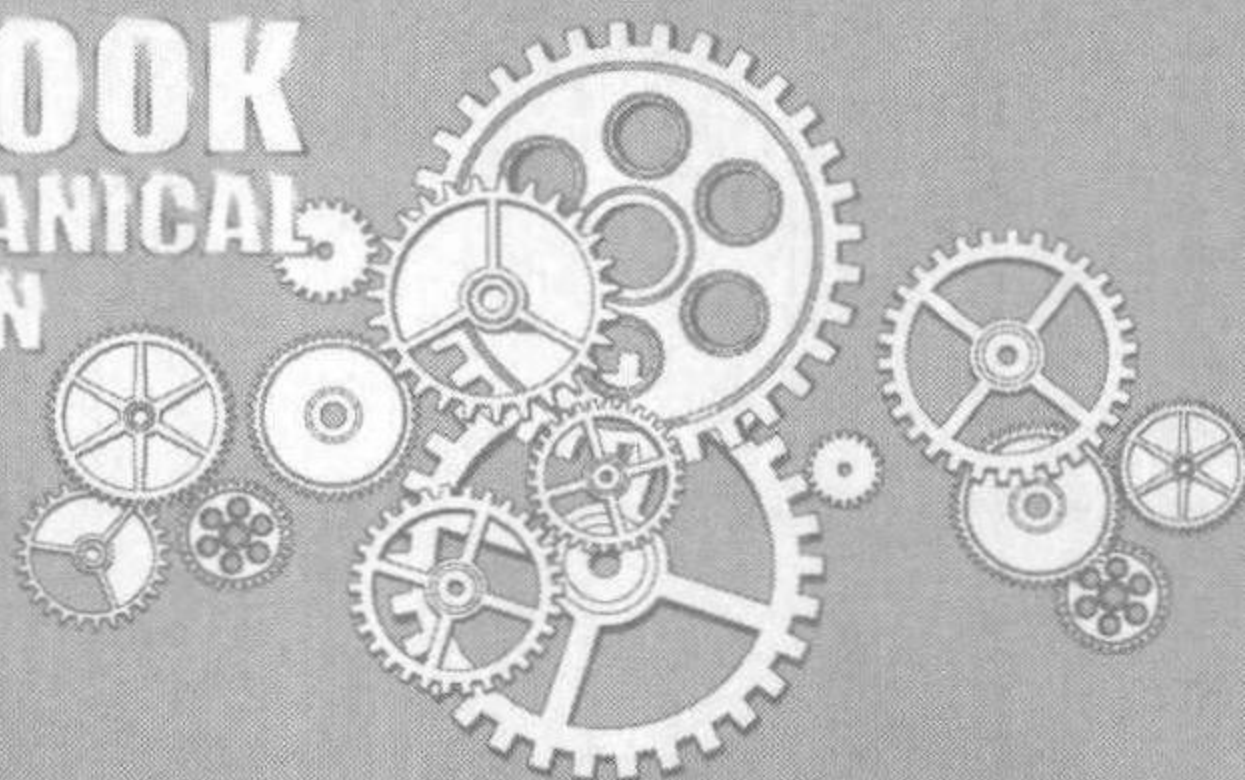
1. 所有产品、材料和工艺均采用新标准资料,如材料、各种机械零部件、液压和气动元件等全部更新了技术标准和产品。
2. 为满足机械产品通用化、国际化的需要,遵照立足国家标准、面向国际标准的原则来收录内容,如第15篇“齿轮传动”更新并完善了符合ISO标准的渐开线齿轮设计等。

《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



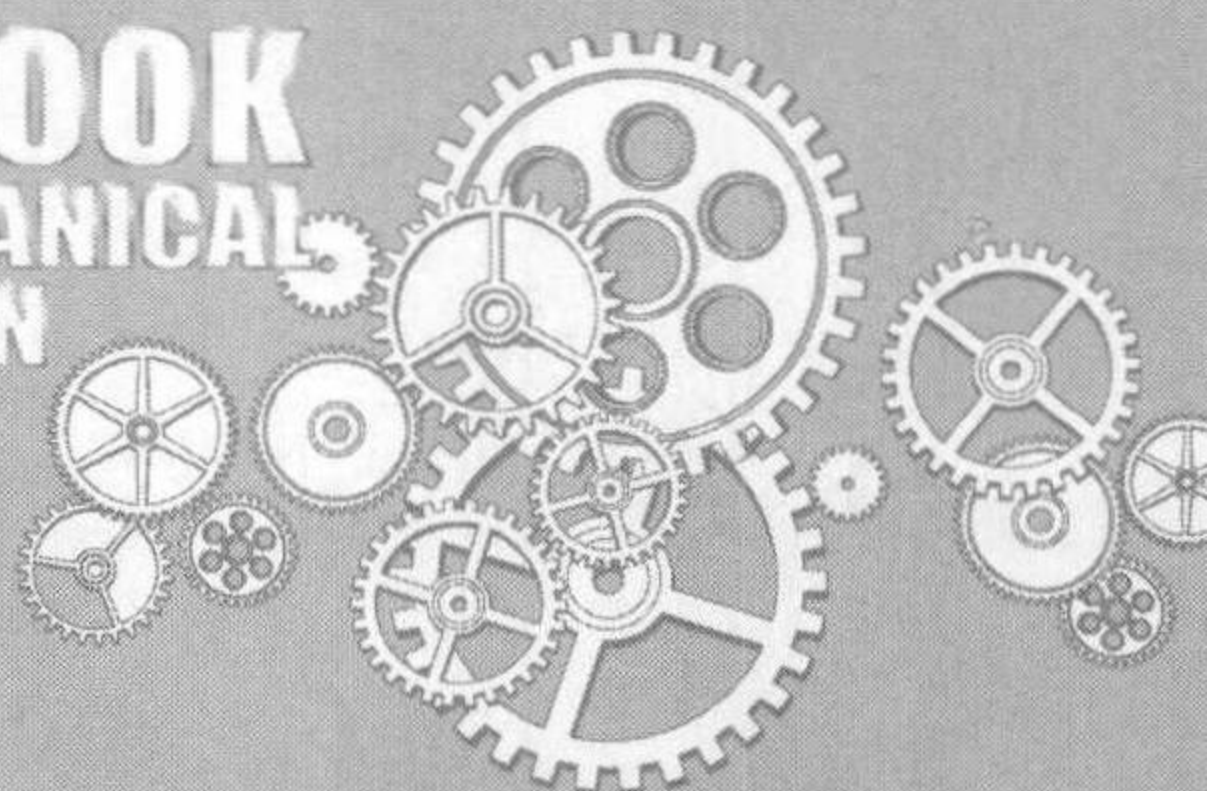
第 8 篇 轴承

第 1 章 滑动轴承 8-3

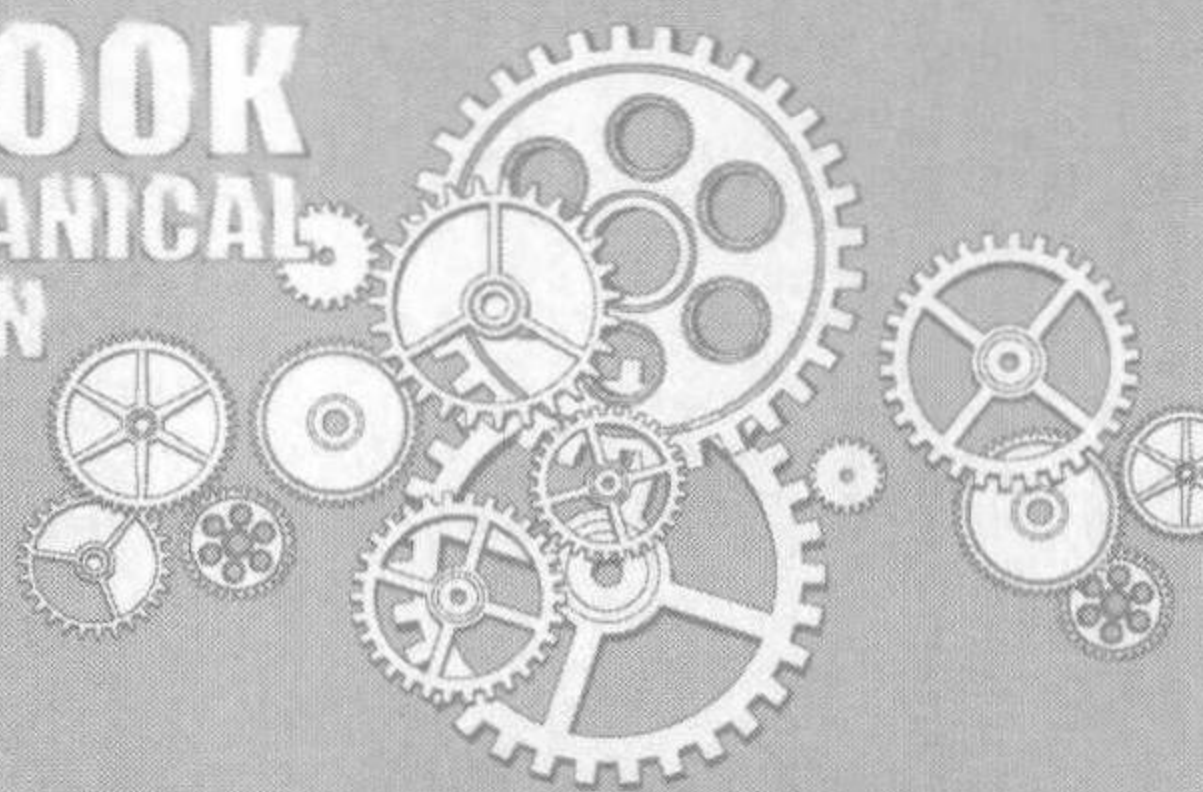
- 1 滑动轴承分类、特点与应用 8-3
- 2 滑动轴承类型的选择 8-4
 - 2.1 滑动轴承性能比较 8-4
 - 2.2 选择轴承类型的特性曲线 8-6
- 3 不完全流体润滑轴承 8-7
 - 3.1 径向滑动轴承的选用与验算 8-7
 - 3.2 止推滑动轴承的选用与验算 8-13
 - 3.3 滑动轴承的设计资料 8-14
 - 3.4 滑动轴承的常见结构型式 8-15
 - 3.4.1 整体滑动轴承 8-15
 - 3.4.2 对开式滑动轴承 8-16
 - 3.4.3 法兰滑动轴承 8-19
 - 3.5 轴套与轴瓦 8-21
 - 3.5.1 轴套 8-21
 - 3.5.2 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

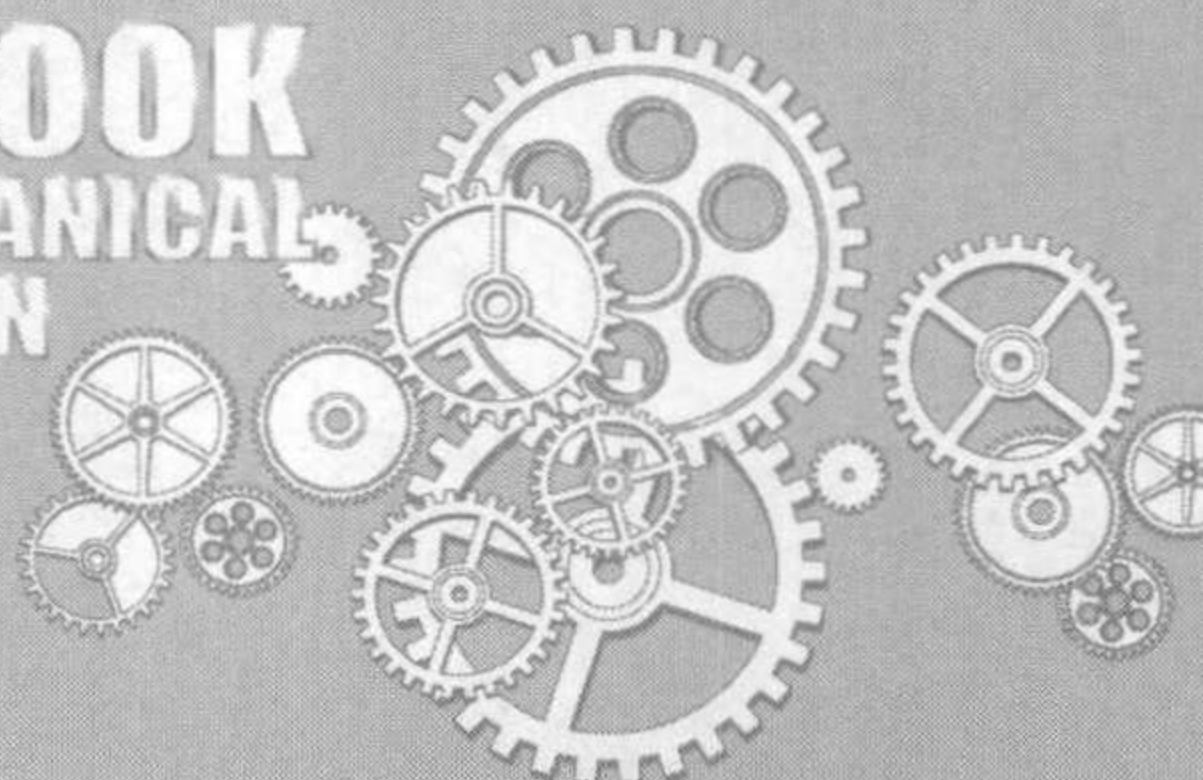
- 3.10.3 关节轴承的配合与公差 (摘自 GB/T 304.3—2002、GB/T 9161~9164—2001) 8-46
- 3.10.4 关节轴承的安装尺寸 (摘自 GB/T 12765—1991) 8-52
- 3.10.5 关节轴承产品 8-55
- 3.11 自润滑轴承 8-76
 - 3.11.1 自润滑镶嵌轴承 8-76
 - 3.11.2 粉末冶金轴承 (含油轴承) (摘自 GB/T 2688—2012、GB/T 18323—2001) 8-80
 - 3.11.3 自润滑复合材料卷制轴套 8-87
- 3.12 双金属减摩卷制轴套 8-92
- 3.13 塑料轴承 8-93
- 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



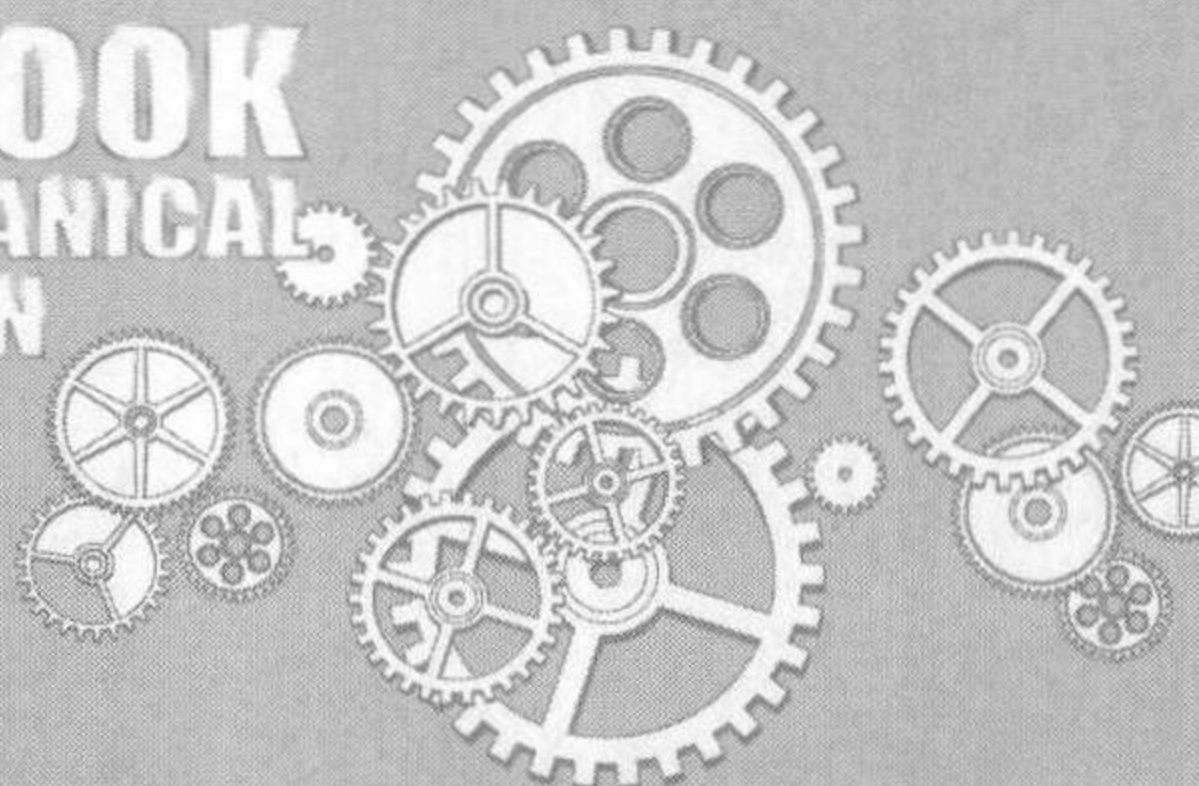
4.6.2 斜-平面推力轴承	8-122	的一般步骤	8-157
4.6.3 可倾瓦推力轴承	8-124	5.7.2 毛细管节流径向液体静压 轴承设计举例	8-157
4.7 计算程序简介	8-128	5.7.3 毛细管节流推力液体静压 轴承设计举例	8-160
5 液体静压轴承	8-129	5.7.4 小孔节流径向液体静压轴承 设计举例	8-162
5.1 概述	8-129	5.7.5 薄膜反馈节流径向液体静压 轴承设计举例	8-165
5.2 液体静压轴承的分类	8-130	5.8 静压轴承的故障及消除的方法	8-168
5.3 液体静压轴承的原理	8-130	6 气体润滑轴承	8-169
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_e 、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

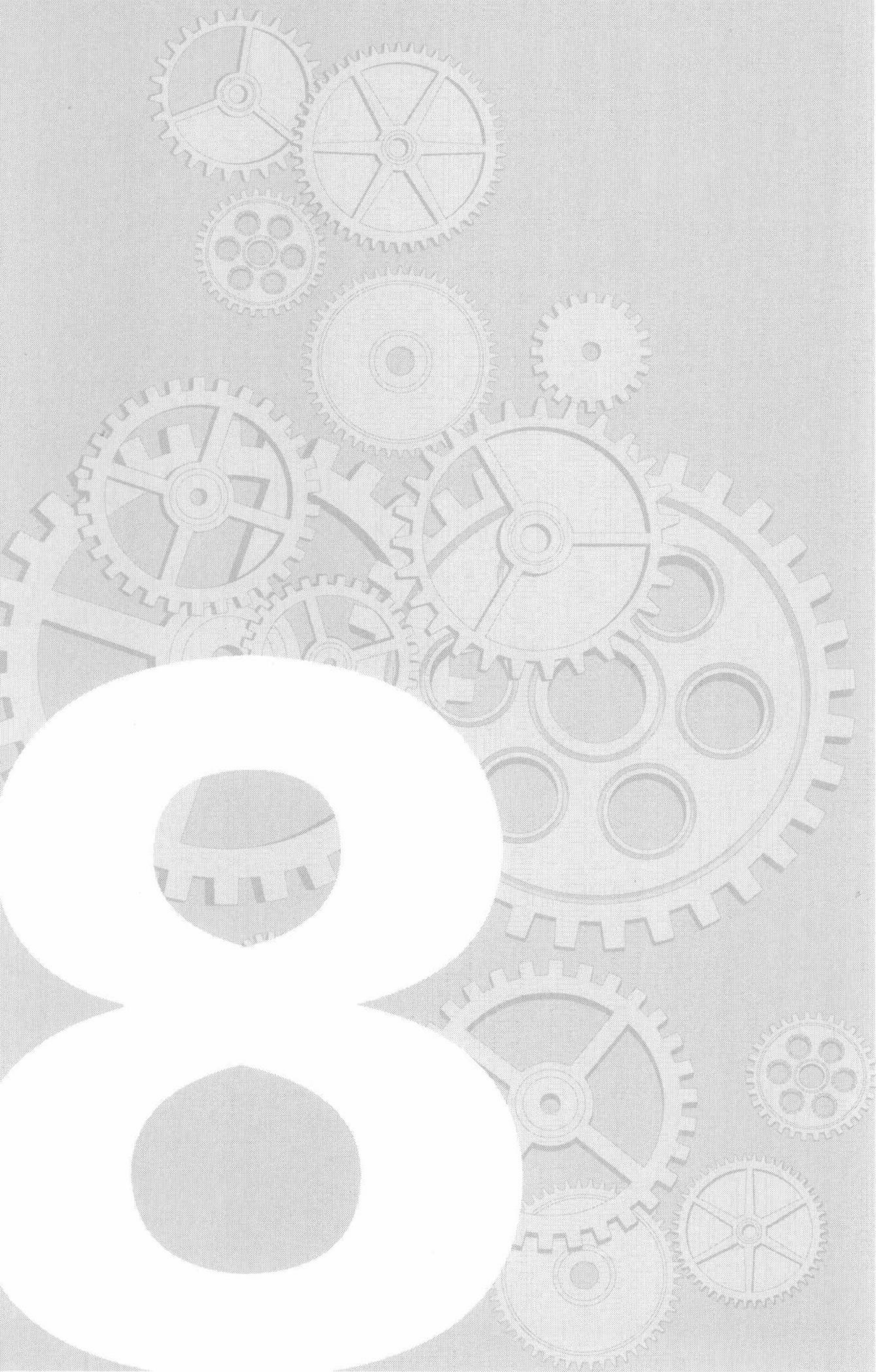
陶兆荣

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

续表

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