

成大先 主编

# 机械设计手册

第五版

第 3 卷

HANDBOOK  
MECHANICAL  
DESIGN



化学工业出版社

TH122/8=7

:3

2008

# 机械设计手册

第五版

第 3 卷

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

HANDBOOK  
OF  
MECHANICAL  
DESIGN



化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械设计手册》第五版共5卷,涵盖了机械常规设计的所有内容。其中第1卷包括一般设计资料,机械制图、极限与配合、形状和位置公差及表面结构,常用机械工程材料,机构;第2卷包括连接与紧固,轴及其连接,轴承,起重运输机械零部件,操作件、小五金及管件;第3卷包括润滑与密封,弹簧,螺旋传动、摩擦轮传动,带、链传动,齿轮传动;第4卷包括多点啮合柔性传动,减速器、变速器,常用电机、电器及电动(液)推杆与升降机,机械振动的控制及利用,机架设计,塑料制品与塑料注射成型模具设计;第5卷包括液压传动,液压控制,气压传动等。

《机械设计手册》第五版是在总结前四版的成功经验,考虑广大读者的使用习惯及对《机械设计手册》提出新要求的基础上进行编写的。《机械设计手册》保持了前四版的风格、特色和品位:突出实用性,从机械设计人员的角度考虑,合理安排内容取舍和编排体系;强调准确性,数据、资料主要来自标准、规范和其他权威资料,设计方法、公式、参数选用经过长期实践检验,设计举例来自工程实践;反映先进性,增加了许多适合我国国情、具有广阔应用前景的新材料、新方法、新技术、新工艺,采用了最新的标准、规范,广泛收集了具有先进水平并实现标准化的新产品;突出了实用、便查的特点。

《机械设计手册》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.第3卷/成大先主编.—5版.—北京:  
化学工业出版社,2008.1  
ISBN 978-7-122-01410-8

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第199089号

---

|                      |                  |
|----------------------|------------------|
| 责任编辑:周国庆 张兴辉 王 烨 贾 娜 | 文字编辑:闫 敏 张燕文 项 激 |
| 责任校对:陶燕华 宋 玮         | 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:北京云浩印刷有限责任公司  
装 订:三河市万龙印装有限公司  
787mm×1092mm 1/16 印张97 $\frac{3}{4}$  字数3542千字  
1969年6月第1版 2008年4月北京第5版第28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:130.00元  
京化广临字2008—11号

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       | 徐 华  | 西安交通大学         |
| 王德夫 | 中国有色工程设计研究总院       | 陈立群  | 西北轻工业学院        |
| 刘世参 | 《中国表面工程》杂志、装甲兵工程学院 | 谢振宇  | 南京航空航天大学       |
| 姬奎生 | 中国有色工程设计研究总院       | 陈应斗  | 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         | 张奇芳  | 沈阳铝镁设计研究院      |
| 余梦生 | 北京科技大学             | 肖治彭  | 中国有色工程设计研究总院   |
| 高淑之 | 北京化工大学             | 邹舜卿  | 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       | 邓述慈  | 西安理工大学         |
| 王欣玲 | 机械科学研究院            | 秦 毅  | 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       | 周凤香  | 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       | 朴树寰  | 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       | 杜子英  | 中国有色工程设计研究总院   |
| 阮忠唐 | 西安理工大学             | 汪德涛  | 广州机床研究所        |
| 熊绮华 | 西安理工大学             | 朱 炎  | 中国航宇救生装置公司     |
| 雷淑存 | 西安理工大学             | 王鸿翔  | 中国有色工程设计研究总院   |
| 田惠民 | 西安理工大学             | 郭 永  | 山西省自动化研究所      |
| 殷鸿樑 | 上海工业大学             | 厉始忠  | 机械科学研究院        |
| 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 |
| 关天池 | 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   |
| 房庆久 | 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   |
| 李建平 | 北京航空航天大学           | 徐永年  | 郑州机械研究所        |
| 李安民 | 机械科学研究院            | 梁桂明  | 河南科技大学         |
| 李维荣 | 机械科学研究院            | 张光辉  | 重庆大学           |
| 丁宝平 | 机械科学研究院            | 罗文军  | 重庆大学           |
| 梁全贵 | 中国有色工程设计研究总院       | 沙树明  | 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       | 谢佩娟  | 太原理工大学         |
| 林基明 | 中国有色工程设计研究总院       | 余 铭  | 无锡市万向轴厂        |
| 王孝先 | 中国有色工程设计研究总院       | 陈祖元  | 广东工业大学         |
| 童祖楹 | 上海交通大学             | 陈仕贤  | 北京航空航天大学       |
| 刘清廉 | 中国有色工程设计研究总院       | 郑自求  | 四川理工学院         |
| 许文元 | 天津工程机械研究所          | 贺元成  | 泸州职业技术学院       |
| 孔庆堂 | 北京新兴超越离合器有限公司      | 季泉生  | 济南钢铁集团         |
| 孙永旭 | 北京古德机电技术研究所        | 方 正  | 中国重型机械研究院      |
| 丘大谋 | 西安交通大学             | 马敬勋  | 济南钢铁集团         |
| 诸文俊 | 西安交通大学             | 冯彦宾  | 四川理工学院         |

HANDBOOK

|     |                   |     |                       |
|-----|-------------------|-----|-----------------------|
| 袁 林 | 四川理工学院            | 周 堉 | 中冶京城工程技术有限公司          |
| 王春和 | 北方工业大学            | 崔桂芝 | 北方工业大学                |
| 周朗晴 | 中国有色工程设计研究总院      | 张若青 | 北方工业大学                |
| 孙夏明 | 北方工业大学            | 王 侃 | 北方工业大学                |
| 黄吉平 | 宁波市镇海减速机制造有限公司    | 张常年 | 北方工业大学                |
| 陈宗源 | 中冶集团重庆钢铁设计研究院     | 朱宏军 | 北方工业大学                |
| 张 翌 | 北京太富力传动机器有限责任公司   | 佟 新 | 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      | 禡有雄 | 天津大学                  |
| 姚光义 | 连云港化工矿山设计研究院      | 林少芬 | 集美大学                  |
| 沈益新 | 连云港化工矿山设计研究院      | 卢长耿 | 集美大学                  |
| 钱亦清 | 连云港化工矿山设计研究院      | 吴根茂 | 浙江大学                  |
| 于 琴 | 连云港化工矿山设计研究院      | 魏建华 | 浙江大学                  |
| 蔡学坚 | 邢台地区经济委员会         | 钟荣龙 | 厦门海特液压机械工程有限公司        |
| 虞培清 | 浙江长城减速机有限公司       | 黄 畚 | 北京科技大学                |
| 项建忠 | 浙江通力减速机有限公司       | 王雄耀 | 费斯托 (FESTO) (中国) 有限公司 |
| 阮劲松 | 宝鸡市广环机床责任有限公司     | 彭光正 | 北京理工大学                |
| 纪盛青 | 东北大学              | 张百海 | 北京理工大学                |
| 付宏生 | 北京电子科技职业学院设计与工艺学院 | 王 涛 | 北京理工大学                |
| 张海臣 | 深圳海翔铭公司           | 陈金兵 | 北京理工大学                |
| 黄效国 | 北京科技大学            | 包 钢 | 哈尔滨工业大学               |
| 陈新华 | 北京科技大学            | 蒋友谅 | 北京理工大学                |
| 李长顺 | 中国有色工程设计研究总院      | 刘福祐 | 中国有色工程设计研究总院          |
| 刘秀利 | 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          |
| 宋天民 | 北京钢铁设计研究总院        |     |                       |

## 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 | 陈谡闻 | 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 | 姜 勇 | 吴 筠 | 徐文灿 | 史习先 |     |     |

## 编 辑 人 员

|     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 周国庆 | 张兴辉 | 王 烨 | 贾 娜 | 张红兵 | 郭长生 | 任文斗 | 黄 滢 |
| 周 红 | 李军亮 | 辛 田 | 张燕文 | 闫 敏 | 项 漱 |     |     |

HANDBOOK

# 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。

HANDBOOK

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、调节精度高伺服液压缸等,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!特别感谢鞍山矿山设计研究院,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

# 目 录

## 第 10 篇 润滑与密封

### 第 1 章 润滑方法及润滑装置 ..... 10-3

- 1 润滑方法及润滑装置的分类、润滑原理与应用 ..... 10-3
- 2 一般润滑件 ..... 10-5
  - 2.1 油杯 ..... 10-5
  - 2.2 油环 ..... 10-7
  - 2.3 油枪 ..... 10-7
  - 2.4 油标 ..... 10-8
- 3 集中润滑系统的分类和图形符号 ..... 10-10
- 4 稀油集中润滑系统 ..... 10-13
  - 4.1 稀油集中润滑系统设计的任务和步骤 ..... 10-13
    - 4.1.1 设计任务 ..... 10-13
    - 4.1.2 设计步骤 ..... 10-13
  - 4.2 稀油集中润滑系统的主要设备 ..... 10-17
    - 4.2.1 润滑油泵及润滑油泵装置 ..... 10-17
    - 4.2.2 稀油润滑装置 ..... 10-28
    - 4.2.3 辅助装置及元件 ..... 10-51
    - 4.2.4 润滑油箱 ..... 10-68
- 5 干油集中润滑系统 ..... 10-72
  - 5.1 干油集中润滑系统的分类及组成 ..... 10-72
  - 5.2 干油集中润滑系统的设计计算 ..... 10-76
    - 5.2.1 润滑脂消耗量的计算 ..... 10-76
    - 5.2.2 润滑脂泵的选择计算 ..... 10-76
    - 5.2.3 系统工作压力的确定 ..... 10-77
    - 5.2.4 滚动轴承润滑脂消耗量估算方法 ..... 10-78
  - 5.3 干油集中润滑系统的主要设备 ..... 10-80

- 5.3.1 润滑脂泵及装置 ..... 10-80
- 5.3.2 分配器与喷射阀 ..... 10-92
- 5.3.3 其他辅助装置及元件 ..... 10-103
- 5.4 干油集中润滑系统的管路附件 ..... 10-110
  - 5.4.1 配管材料 ..... 10-110
  - 5.4.2 管路附件 ..... 10-110
- 6 油雾润滑 ..... 10-121
  - 6.1 油雾润滑工作原理、系统及装置 ..... 10-121
    - 6.1.1 工作原理 ..... 10-121
    - 6.1.2 油雾润滑系统和装置 ..... 10-121
  - 6.2 油雾润滑系统的设计和计算 ..... 10-122
    - 6.2.1 各摩擦副所需的油雾量 ..... 10-122
    - 6.2.2 凝缩嘴尺寸的选择 ..... 10-124
    - 6.2.3 管道尺寸的选择 ..... 10-124
    - 6.2.4 空气和油的消耗量 ..... 10-125
    - 6.2.5 发生器的选择 ..... 10-125
    - 6.2.6 润滑油的选择 ..... 10-125
    - 6.2.7 凝缩嘴的布置方法 ..... 10-126
- 7 油气润滑 ..... 10-128
  - 7.1 油气润滑工作原理、系统及装置 ..... 10-128
    - 7.1.1 油气润滑装置 (摘自 JB/ZQ 4711—2006) ..... 10-129
    - 7.1.2 油气润滑装置 (摘自 JB/ZQ 4738—2006) ..... 10-131
  - 7.2 油气混合器及油气分配器 ..... 10-133
    - 7.2.1 QHQ 型油气混合器 (摘自 JB/ZQ 4707—2006) ..... 10-133
    - 7.2.2 AHQ 型双线油气混合器 ..... 10-134

HANDBOOK



|       |                                            |        |
|-------|--------------------------------------------|--------|
| 7.2.3 | MHQ 型单线油气混合器 .....                         | 10-134 |
| 7.2.4 | AJS 型、JS 型油气分配器 (摘自 JB/ZQ 4749—2006) ..... | 10-135 |
| 7.3   | 专用油气润滑装置 .....                             | 10-136 |
| 7.3.1 | 油气喷射润滑装置 (摘自 JB/ZQ 4732—2006) .....        | 10-136 |
| 7.3.2 | 链条喷射润滑装置 .....                             | 10-137 |
| 7.3.3 | 行车轨道润滑装置 (摘自 JB/ZQ 4736—2006) .....        | 10-138 |

## 第2章 润滑剂 .....

|       |                       |        |
|-------|-----------------------|--------|
| 1     | 润滑剂选用的一般原则 .....      | 10-139 |
| 1.1   | 润滑剂的基本类型 .....        | 10-139 |
| 1.2   | 润滑剂选用的一般原则 .....      | 10-139 |
| 2     | 常用润滑油 .....           | 10-141 |
| 2.1   | 润滑油的主要质量指标 .....      | 10-141 |
| 2.1.1 | 黏度 .....              | 10-141 |
| 2.1.2 | 润滑油的其他质量指标 .....      | 10-150 |
| 2.2   | 常用润滑油的牌号、性能及应用 .....  | 10-153 |
| 2.2.1 | 润滑油的分类 .....          | 10-153 |
| 2.2.2 | 常用润滑油的牌号、性能及应用 .....  | 10-154 |
| 3     | 常用润滑脂 .....           | 10-164 |
| 3.1   | 润滑脂的组成及主要质量指标 .....   | 10-164 |
| 3.1.1 | 润滑脂的组成 .....          | 10-164 |
| 3.1.2 | 润滑脂的主要质量指标 .....      | 10-164 |
| 3.2   | 润滑脂的分类 .....          | 10-165 |
| 3.3   | 常用润滑脂的性质与用途 .....     | 10-166 |
| 4     | 润滑剂添加剂 .....          | 10-170 |
| 5     | 合成润滑剂 .....           | 10-172 |
| 5.1   | 合成润滑剂的分类 .....        | 10-173 |
| 5.2   | 合成润滑剂的应用 .....        | 10-173 |
| 6     | 固体润滑剂 .....           | 10-175 |
| 6.1   | 固体润滑剂的作用和特点 .....     | 10-175 |
| 6.2   | 固体润滑剂的分类 .....        | 10-175 |
| 6.3   | 常用固体润滑剂的使用方法和特性 ..... | 10-176 |
| 6.3.1 | 固体润滑剂的使用方法 .....      | 10-176 |
| 6.3.2 | 粉状固体润滑剂特性 .....       | 10-176 |
| 6.3.3 | 膏状固体润滑剂特性 .....       | 10-177 |

|     |                            |        |
|-----|----------------------------|--------|
| 7   | 润滑油的换油指标、代用和掺配方法 .....     | 10-179 |
| 7.1 | 常用润滑油的换油指标 .....           | 10-179 |
| 7.2 | 润滑油代用的一般原则 .....           | 10-179 |
| 7.3 | 润滑油的掺配方法 .....             | 10-179 |
| 8   | 国内外液压工作介质和润滑油、脂的牌号对照 ..... | 10-182 |
| 8.1 | 国内外液压工作介质产品对照 .....        | 10-182 |
| 8.2 | 国内外润滑油、脂品种对照 .....         | 10-191 |

## 第3章 密封 .....

|       |                                                              |        |
|-------|--------------------------------------------------------------|--------|
| 1     | 静密封的分类、特点及应用 .....                                           | 10-218 |
| 2     | 动密封的分类、特点及应用 .....                                           | 10-220 |
| 3     | 垫片密封 .....                                                   | 10-224 |
| 3.1   | 常用垫片类型与应用 .....                                              | 10-224 |
| 3.2   | 管道法兰垫片选择 .....                                               | 10-226 |
| 4     | 填料密封 .....                                                   | 10-227 |
| 4.1   | 毛毡密封 .....                                                   | 10-227 |
| 4.2   | 软填料动密封 .....                                                 | 10-228 |
| 4.3   | 软填料密封计算 .....                                                | 10-232 |
| 4.4   | 碳钢填料箱 (摘自 HG 21537.7—1992)、不锈钢填料箱 (摘自 HG 21537.8—1992) ..... | 10-234 |
| 5     | 油封密封 .....                                                   | 10-235 |
| 5.1   | 结构型式及特点 .....                                                | 10-235 |
| 5.2   | 油封密封的设计 .....                                                | 10-236 |
| 5.3   | 油封摩擦功率的计算 .....                                              | 10-240 |
| 6     | 涨圈密封 .....                                                   | 10-241 |
| 7     | 迷宫密封 .....                                                   | 10-242 |
| 8     | 机械密封 .....                                                   | 10-243 |
| 8.1   | 接触式机械密封工作原理 .....                                            | 10-243 |
| 8.2   | 常用机械密封分类及适用范围 .....                                          | 10-244 |
| 8.3   | 机械密封的选用 .....                                                | 10-247 |
| 8.4   | 常用机械密封材料 .....                                               | 10-251 |
| 8.5   | 机械密封的计算 .....                                                | 10-256 |
| 8.6   | 机械密封结构设计 .....                                               | 10-260 |
| 8.7   | 波纹管式机械密封 .....                                               | 10-262 |
| 8.7.1 | 波纹管式机械密封型式 .....                                             | 10-262 |
| 8.7.2 | 波纹管式机械密封端面比压计算 .....                                         | 10-263 |

|                        |               |                             |        |
|------------------------|---------------|-----------------------------|--------|
| 8.8 非接触式机械密封 .....     | 10-264        | 2 圆橡胶、圆橡胶管密封 (摘自            |        |
| 8.8.1 非接触式机械密封与接触式     |               | JB /ZQ 4609—1997) .....     | 10-326 |
| 机械密封比较 .....           | 10-264        | 3 毡圈油封 .....                | 10-327 |
| 8.8.2 流体静压式机械密封 .....  | 10-265        | 4 Z形橡胶油封 (摘自                |        |
| 8.8.3 流体动压式机械密封 .....  | 10-266        | JB /ZQ 4075—1997) .....     | 10-328 |
| 8.8.4 干气密封 .....       | 10-268        | 5 O形橡胶密封圈 .....             | 10-330 |
| 8.9 釜用机械密封 .....       | 10-274        | 5.1 液压、气动用 O形橡胶密封圈          |        |
| 8.10 机械密封辅助系统 .....    | 10-277        | 尺寸及公差 (摘自                   |        |
| 8.10.1 泵用机械密封的冷却方式     |               | GB /T 3452.1—2005) .....    | 10-330 |
| 和要求 .....              | 10-277        | 5.2 液压、气动用 O形圈径向密封          |        |
| 8.10.2 泵用机械密封冲洗系统 ..   | 10-279        | 沟槽尺寸 (摘自                    |        |
| 8.10.3 釜用机械密封润滑和冷却     |               | GB /T 3452.3—2005) .....    | 10-334 |
| 系统 .....               | 10-288        | 5.2.1 液压活塞动密封沟槽             |        |
| 8.11 杂质过滤和分离 .....     | 10-291        | 尺寸 .....                    | 10-334 |
| 8.12 机械密封标准 .....      | 10-292        | 5.2.2 气动活塞动密封沟槽             |        |
| 8.12.1 机械密封技术条件 (摘自    |               | 尺寸 .....                    | 10-336 |
| JB /T 4127.1—1999) ... | 10-292        | 5.2.3 液压、气动活塞静密封            |        |
| 8.12.2 机械密封用 O形橡胶密     |               | 沟槽尺寸 .....                  | 10-339 |
| 封圈 (摘自                 |               | 5.2.4 液压活塞杆动密封沟槽            |        |
| JB /T 7757.2—1995) ... | 10-293        | 尺寸 .....                    | 10-345 |
| 8.12.3 泵用机械密封 (摘自      |               | 5.2.5 气动活塞杆动密封沟槽            |        |
| JB /T 1472—1994) ..... | 10-295        | 尺寸 .....                    | 10-347 |
| 8.12.4 泵用焊接金属波纹管机械     |               | 5.2.6 液压、气动活塞杆静密封           |        |
| 密封 (摘自                 |               | 沟槽尺寸 .....                  | 10-349 |
| JB /T 8723—1998) ..... | 10-300        | 5.3 O形圈轴向密封沟槽尺寸 (摘自         |        |
| 8.12.5 耐酸泵用机械密封 (摘自    |               | GB /T 3452.3—2005) .....    | 10-355 |
| JB /T 7372—1994) ..... | 10-308        | 5.3.1 受内部压力的轴向密封            |        |
| 8.12.6 耐碱泵用机械密封 (摘自    |               | 沟槽尺寸 .....                  | 10-355 |
| JB /T 7371—1994) ..... | 10-310        | 5.3.2 受外部压力的轴向密封            |        |
| 8.12.7 搅拌传动装置机械密封      |               | 沟槽尺寸 .....                  | 10-356 |
| (摘自 HG 21571—1995) ... | 10-313        | 5.4 沟槽和配合偶件表面的表面            |        |
| 8.12.8 搅拌传动装置用机械密封的    |               | 粗糙度 (摘自                     |        |
| 循环保护系统 (摘自             |               | GB /T 3452.3—2005) .....    | 10-357 |
| HG 21572—1995) .....   | 10-317        | 5.5 O形橡胶密封圈用挡圈 .....        | 10-358 |
| 9 螺旋密封 .....           | 10-319        | 6 旋转轴唇形密封圈                  |        |
| 9.1 螺旋密封方式、特点及应用 ..... | 10-319        | (摘自 GB 13871—1992) .....    | 10-358 |
| 9.2 螺旋密封设计要点 .....     | 10-320        | 7 V <sub>0</sub> 形橡胶密封圈 (摘自 |        |
| 9.3 矩形螺纹的螺旋密封计算 .....  | 10-321        | JB /T 6994—1993) .....      | 10-360 |
| <b>第4章 密封件 .....</b>   | <b>10-326</b> | 8 单向密封橡胶密封圈 (摘自             |        |
| 1 油封皮圈、油封纸圈 .....      | 10-326        | GB /T 10708.1—2000) .....   | 10-364 |
|                        |               | 8.1 单向密封橡胶密封圈结构型式           |        |

|                                                          |        |                                                                                             |        |
|----------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 及使用条件 .....                                              | 10-364 | 13.10 L形滑环式组合密封尺寸 .....                                                                     | 10-401 |
| 8.2 活塞杆用短型 ( $L_1$ ) 密封沟槽<br>及 Y 形圈尺寸 .....              | 10-364 | 13.11 H 形高速旋转组合密封尺寸 .....                                                                   | 10-402 |
| 8.3 活塞用短型 ( $L_1$ ) 密封沟槽及<br>Y 形圈尺寸 .....                | 10-365 | 14 气缸用密封圈 (摘自<br>JB/T 6657—1993) .....                                                      | 10-403 |
| 8.4 活塞杆用中型 ( $L_2$ ) 密封沟槽及<br>Y 形圈、蕾形圈尺寸 .....           | 10-367 | 14.1 气缸活塞密封用 QY 型<br>密封圈 .....                                                              | 10-403 |
| 8.5 活塞用中型 ( $L_2$ ) 密封沟槽及<br>Y 形圈、蕾形圈尺寸 .....            | 10-370 | 14.2 气缸活塞杆密封用 QY 型<br>密封圈 .....                                                             | 10-404 |
| 8.6 活塞杆用长型 ( $L_3$ ) 密封沟槽及<br>V 形圈、压环和塑料支撑环的<br>尺寸 ..... | 10-372 | 14.3 气缸活塞杆用 J 型防尘圈 .....                                                                    | 10-405 |
| 8.7 活塞用长型 ( $L_3$ ) 密封沟槽及 V<br>形圈、压环和弹性密封圈尺寸 .....       | 10-373 | 14.4 气缸用 QH 型外露骨架橡胶<br>缓冲密封圈 .....                                                          | 10-406 |
| 9 Y <sub>x</sub> 形密封圈 .....                              | 10-375 | 15 密封圈材料 .....                                                                              | 10-407 |
| 9.1 孔用 Y <sub>x</sub> 形密封圈 (摘自<br>JB/ZQ 4264—1997) ..... | 10-375 | 15.1 O 形密封圈材料 (摘自<br>HG/T 2579—1994) .....                                                  | 10-407 |
| 9.2 轴用 Y <sub>x</sub> 形密封圈 (摘自<br>JB/ZQ 4265—1997) ..... | 10-379 | 15.2 真空用 O 形橡胶圈材料 (摘自<br>HG/T 2333—1992) .....                                              | 10-407 |
| 10 双向密封橡胶密封圈 (摘自<br>GB/T 10708.2—2000) .....             | 10-382 | 15.3 耐高温润滑油 O 形圈材料 (摘自<br>HG/T 2021—1991) .....                                             | 10-408 |
| 11 往复运动用橡胶防尘密封圈 (摘自<br>GB/T 10708.3—2000) .....          | 10-385 | 15.4 酸碱用 O 形橡胶圈材料 (摘自<br>HG/T 2181—1991) .....                                              | 10-409 |
| 11.1 A 型防尘圈 .....                                        | 10-385 | 15.5 往复运动密封圈材料 (摘自<br>HG/T 2810—1996) .....                                                 | 10-410 |
| 11.2 B 型防尘圈 .....                                        | 10-386 | 15.6 旋转轴唇形密封圈橡胶材料<br>(摘自 HG/T 2811—1996) .....                                              | 10-410 |
| 11.3 C 型防尘圈 .....                                        | 10-387 | 16 管法兰用非金属平垫片 .....                                                                         | 10-411 |
| 12 同轴密封件 (摘自<br>GB/T 15242.1—1994) .....                 | 10-388 | 16.1 平面管法兰 (FF) 用非金属<br>平垫片 (摘自<br>GB/T 9126—2003) .....                                    | 10-411 |
| 12.1 活塞杆密封用阶梯形同轴<br>密封件 .....                            | 10-388 | 16.2 突面管法兰 (RF) 用 I 型非<br>金属平垫片 (摘自<br>GB/T 9126—2003) .....                                | 10-413 |
| 12.2 活塞密封用方形同轴密封件 .....                                  | 10-390 | 16.3 突面管法兰 (RF) 用 II 型及凹凸<br>面管法兰 (MF) 和榫槽面管法兰<br>(JG) 用非金属平垫片 (摘自<br>GB/T 9126—2003) ..... | 10-414 |
| 13 车氏组合密封 .....                                          | 10-392 | 16.4 管法兰用非金属平垫片技术条件<br>(摘自 GB/T 9129—2003) .....                                            | 10-415 |
| 13.1 使用范围 .....                                          | 10-392 | 17 钢制管法兰用金属环垫 (摘自<br>GB/T 9128—2003) .....                                                  | 10-415 |
| 13.2 密封材料 .....                                          | 10-393 | 18 管法兰用缠绕式垫片 .....                                                                          | 10-419 |
| 13.3 直角滑环式组合密封尺寸 .....                                   | 10-394 | 18.1 缠绕式垫片型式、代号及标记                                                                          |        |
| 13.4 脚形滑环式组合密封尺寸 .....                                   | 10-395 |                                                                                             |        |
| 13.5 齿形滑环式组合密封尺寸 .....                                   | 10-396 |                                                                                             |        |
| 13.6 C 形滑环式组合密封尺寸 .....                                  | 10-397 |                                                                                             |        |
| 13.7 J 形滑环式组合密封尺寸 .....                                  | 10-398 |                                                                                             |        |
| 13.8 U 形滑环式组合密封尺寸 .....                                  | 10-399 |                                                                                             |        |
| 13.9 双三角滑环式组合密封尺寸 .....                                  | 10-400 |                                                                                             |        |

|                           |        |                        |        |
|---------------------------|--------|------------------------|--------|
| (摘自 GB/T 4622.1—2003) ... | 10-419 | 20 管法兰用金属包覆垫片 (摘自      |        |
| 18.2 管法兰用缠绕式垫片尺寸 (摘自      |        | GB/T 15601—1995) ..... | 10-427 |
| GB/T 4622.2—2003) .....   | 10-419 | 参考文献 .....             | 10-429 |
| 19 管法兰用聚四氟乙烯包覆垫片 (摘自      |        |                        |        |
| GB/T 13404—1992) .....    | 10-426 |                        |        |

## 第 11 篇 弹簧

|                                              |       |                        |       |
|----------------------------------------------|-------|------------------------|-------|
| 第 1 章 弹簧的类型、性能与应用 .....                      | 11-3  | 5.2 圆柱螺旋扭转弹簧计算示例 ..... | 11-45 |
| 第 2 章 圆柱螺旋弹簧 .....                           | 11-8  | 5.3 圆柱螺旋扭转弹簧安装及结构      |       |
| 1 圆柱螺旋弹簧的型式、代号及应用 .....                      | 11-8  | 示例 .....               | 11-46 |
| 2 弹簧材料及许用应力 .....                            | 11-10 | 5.4 圆柱螺旋扭转弹簧应用实例 ..... | 11-47 |
| 3 圆柱螺旋压缩弹簧 .....                             | 11-15 | 6 圆柱螺旋弹簧制造精度、极限偏差及     |       |
| 3.1 圆柱螺旋压缩弹簧计算公式 .....                       | 11-15 | 技术要求 .....             | 11-48 |
| 3.2 圆柱螺旋弹簧参数选择 .....                         | 11-17 | 6.1 冷卷圆柱螺旋压缩弹簧制造精度     |       |
| 3.3 压缩弹簧端部型式与高度、总圈                           |       | 及极限偏差 .....            | 11-48 |
| 数等的公式 .....                                  | 11-18 | 6.2 冷卷圆柱螺旋拉伸弹簧制造精度     |       |
| 3.4 螺旋弹簧的稳定性、强度和共振                           |       | 及极限偏差 .....            | 11-48 |
| 的验算 .....                                    | 11-19 | 6.3 热卷圆柱螺旋弹簧制造精度及      |       |
| 3.5 圆柱螺旋压缩弹簧计算表 .....                        | 11-20 | 极限偏差 .....             | 11-49 |
| 3.6 圆柱螺旋弹簧计算用系数 $C$ , $K$ , $K_1$ ,          |       | 6.4 冷卷圆柱螺旋扭转弹簧制造精度     |       |
| $\frac{8}{\pi} KC^3$ (摘自 GB 1239—1976) ..... | 11-28 | 及极限偏差 .....            | 11-50 |
| 3.7 圆柱螺旋压缩弹簧计算示例 .....                       | 11-29 | 6.5 圆柱螺旋弹簧的技术要求 .....  | 11-51 |
| 3.8 组合弹簧的设计计算 .....                          | 11-32 | 7 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧 .....   | 11-51 |
| 3.9 组合弹簧的计算示例 .....                          | 11-33 | 7.1 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧计算     |       |
| 3.10 圆柱螺旋压缩弹簧的压力调整                           |       | 公式 .....               | 11-52 |
| 结构 .....                                     | 11-35 | 7.2 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧有关     |       |
| 3.11 圆柱螺旋压缩弹簧的应用                             |       | 参数的选择 .....            | 11-53 |
| 实例 .....                                     | 11-35 | 7.3 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧计算     |       |
| 4 圆柱螺旋拉伸弹簧 .....                             | 11-37 | 示例 .....               | 11-54 |
| 4.1 圆柱螺旋拉伸弹簧计算公式 .....                       | 11-37 | 第 3 章 截锥螺旋弹簧 .....     | 11-56 |
| 4.2 圆柱螺旋拉伸弹簧计算示例 .....                       | 11-38 | 1 截锥螺旋弹簧的结构形式及特性 ..... | 11-56 |
| 4.3 圆柱螺旋拉伸弹簧的拉力调整                            |       | 2 截锥螺旋弹簧的分类 .....      | 11-56 |
| 结构 .....                                     | 11-41 | 3 截锥螺旋弹簧的计算公式 .....    | 11-57 |
| 4.4 圆柱螺旋拉伸弹簧应用实例 .....                       | 11-42 | 4 截锥螺旋弹簧的计算示例 .....    | 11-59 |
| 5 圆柱螺旋扭转弹簧 .....                             | 11-44 | 5 截锥螺旋弹簧应用实例 .....     | 11-60 |
| 5.1 圆柱螺旋扭转弹簧计算公式 .....                       | 11-44 | 第 4 章 蜗卷螺旋弹簧 .....     | 11-62 |
|                                              |       | 1 蜗卷螺旋弹簧的特性曲线 .....    | 11-62 |



|            |                   |              |
|------------|-------------------|--------------|
| 2          | 蜗卷螺旋弹簧的材料及许用应力    | 11-62        |
| 3          | 蜗卷螺旋弹簧的计算公式       | 11-62        |
| 4          | 蜗卷螺旋弹簧的计算示例       | 11-64        |
| 4.1        | 等螺旋角蜗卷螺旋弹簧的计算     | 11-64        |
| 4.2        | 等节距蜗卷螺旋弹簧的计算      | 11-66        |
| 4.3        | 等应力蜗卷螺旋弹簧的计算      | 11-68        |
| <b>第5章</b> | <b>多股螺旋弹簧</b>     | <b>11-69</b> |
| 1          | 多股螺旋弹簧的结构、特性及用途   | 11-69        |
| 2          | 多股螺旋弹簧的材料及许用应力    | 11-69        |
| 3          | 多股螺旋弹簧的参数选择       | 11-70        |
| 4          | 多股螺旋压缩、拉伸弹簧设计主要公式 | 11-70        |
| 5          | 多股螺旋压缩、拉伸弹簧几何尺寸计算 | 11-72        |
| 6          | 多股螺旋压缩弹簧计算示例      | 11-73        |
| <b>第6章</b> | <b>碟形弹簧</b>       | <b>11-76</b> |
| 1          | 碟形弹簧的特点与应用        | 11-76        |
| 2          | 碟簧(普通碟簧)的分类及系列    | 11-76        |
| 3          | 碟形弹簧的计算           | 11-79        |
| 3.1        | 单片碟形弹簧的计算公式       | 11-79        |
| 3.2        | 单片碟形弹簧的特性曲线       | 11-81        |
| 3.3        | 组合碟形弹簧的计算公式       | 11-81        |
| 4          | 碟形弹簧的材料及许用应力      | 11-82        |
| 4.1        | 碟形弹簧的材料           | 11-82        |
| 4.2        | 许用应力及极限应力曲线       | 11-83        |
| 4.2.1      | 载荷类型              | 11-83        |
| 4.2.2      | 静载荷作用下碟簧的许用应力     | 11-83        |
| 4.2.3      | 变载荷作用下碟簧的疲劳极限     | 11-83        |
| 5          | 碟形弹簧的技术要求         | 11-84        |
| 5.1        | 导向件               | 11-84        |
| 5.2        | 碟簧参数的公差和偏差        | 11-84        |
| 5.3        | 碟簧表面的粗糙度          | 11-85        |
| 5.4        | 碟簧成形后的处理          | 11-85        |
| 6          | 碟形弹簧计算示例          | 11-85        |
| 7          | 碟形弹簧工作图           | 11-88        |
| 8          | 碟形弹簧应用实例          | 11-88        |

## 第7章 开槽碟形弹簧 11-90

|   |               |       |
|---|---------------|-------|
| 1 | 开槽碟形弹簧的特性曲线   | 11-90 |
| 2 | 开槽碟形弹簧设计参数的选择 | 11-90 |
| 3 | 开槽碟形弹簧的计算公式   | 11-91 |
| 4 | 开槽碟形弹簧计算示例    | 11-92 |

## 第8章 膜片碟簧 11-95

|   |             |       |
|---|-------------|-------|
| 1 | 膜片碟簧的特点及用途  | 11-95 |
| 2 | 膜片碟簧参数的选择   | 11-96 |
| 3 | 膜片碟簧的基本计算公式 | 11-97 |
| 4 | 膜片碟簧的计算方法   | 11-98 |
| 5 | 膜片碟簧的技术条件   | 11-98 |

## 第9章 环形弹簧 11-99

|   |              |        |
|---|--------------|--------|
| 1 | 环形弹簧的特性曲线    | 11-99  |
| 2 | 环形弹簧的材料和许用应力 | 11-100 |
| 3 | 环形弹簧设计参数选择   | 11-100 |
| 4 | 环形弹簧计算公式     | 11-100 |
| 5 | 环形弹簧计算示例     | 11-102 |
| 6 | 环形弹簧应用实例     | 11-103 |
| 7 | 环形弹簧的技术要求    | 11-103 |

## 第10章 片弹簧 11-104

|   |            |        |
|---|------------|--------|
| 1 | 片弹簧的结构与用途  | 11-104 |
| 2 | 片弹簧材料及许用应力 | 11-105 |
| 3 | 片弹簧计算公式    | 11-105 |
| 4 | 片弹簧计算示例    | 11-107 |
| 5 | 片弹簧技术要求    | 11-108 |
| 6 | 片弹簧应用实例    | 11-108 |

## 第11章 板弹簧 11-110

|     |            |        |
|-----|------------|--------|
| 1   | 板弹簧的类型和用途  | 11-110 |
| 2   | 板弹簧的结构     | 11-110 |
| 2.1 | 弹簧钢板的截面形状  | 11-110 |
| 2.2 | 主板的端部结构    | 11-111 |
| 2.3 | 副板端部结构     | 11-112 |
| 2.4 | 板弹簧中部的固定结构 | 11-113 |
| 2.5 | 板弹簧两侧的固定结构 | 11-113 |
| 3   | 板弹簧材料及许用应力 | 11-114 |
| 3.1 | 板弹簧材料及力学性能 | 11-114 |

|                                     |        |                                    |        |
|-------------------------------------|--------|------------------------------------|--------|
| 3.2 许用弯曲应力 .....                    | 11-114 | 3.1 S形发条弹簧计算公式 .....               | 11-135 |
| 4 板弹簧设计与计算 .....                    | 11-114 | 3.2 S形发条弹簧计算示例 .....               | 11-136 |
| 4.1 板弹簧的近似计算公式 .....                | 11-114 | <b>第13章 游丝</b> .....               | 11-138 |
| 4.2 板弹簧的设计计算公式 .....                | 11-115 | 1 游丝的类型及用途 .....                   | 11-138 |
| 4.2.1 叶片厚度、宽度及数目的<br>计算 .....       | 11-116 | 2 游丝的材料 .....                      | 11-138 |
| 4.2.2 各叶片长度的计算 .....                | 11-116 | 3 游丝的计算公式 .....                    | 11-139 |
| 4.2.3 板弹簧的刚度计算 .....                | 11-118 | 4 游丝参数的选择 .....                    | 11-139 |
| 4.2.4 板弹簧在自由状态下弧高<br>及曲率半径的计算 ..... | 11-119 | 5 游丝的尺寸系列 .....                    | 11-140 |
| 4.2.5 叶片在自由状态下曲率<br>半径及弧高的计算 .....  | 11-119 | 6 游丝座的尺寸系列 .....                   | 11-141 |
| 4.2.6 装配后的板弹簧总成弧高<br>的计算 .....      | 11-119 | 7 游丝的技术要求 .....                    | 11-141 |
| 4.2.7 板弹簧元件的强度验算 .....              | 11-119 | 8 游丝端部固定型式 .....                   | 11-141 |
| 5 板弹簧的技术要求 .....                    | 11-121 | 9 游丝计算示例 .....                     | 11-142 |
| 6 板弹簧计算示例 .....                     | 11-122 | 10 游丝的应用实例 .....                   | 11-142 |
| 6.1 叶片厚度、宽度及数目的<br>计算 .....         | 11-122 | <b>第14章 扭杆弹簧</b> .....             | 11-144 |
| 6.2 叶片长度的计算 .....                   | 11-123 | 1 扭杆弹簧的结构、类型及应用 .....              | 11-144 |
| 6.3 板弹簧的刚度 .....                    | 11-124 | 2 扭杆弹簧的材料和许用应力 .....               | 11-145 |
| 6.4 板弹簧总成在自由状态下的弧高<br>及曲率半径 .....   | 11-124 | 3 扭杆弹簧的计算公式 .....                  | 11-145 |
| 6.5 叶片预应力的确定 .....                  | 11-124 | 4 扭杆弹簧的端部结构和有效长度 .....             | 11-147 |
| 6.6 装配后板弹簧总成弧高及曲率<br>半径的计算 .....    | 11-125 | 4.1 扭杆弹簧的端部结构 .....                | 11-147 |
| 6.7 板弹簧各叶片应力的计算 .....               | 11-126 | 4.2 扭杆弹簧的有效工作长度 .....              | 11-148 |
| 6.8 板弹簧工作图 .....                    | 11-126 | 5 扭杆弹簧的技术要求 .....                  | 11-148 |
| 7 板弹簧应用实例 .....                     | 11-128 | 6 扭杆弹簧计算示例 .....                   | 11-148 |
| <b>第12章 发条弹簧</b> .....              | 11-129 | 7 扭杆弹簧应用实例 .....                   | 11-149 |
| 1 发条弹簧的类型、结构及应用 .....               | 11-129 | <b>第15章 弹簧的特殊处理及<br/>热处理</b> ..... | 11-151 |
| 2 螺旋形发条弹簧 .....                     | 11-131 | 1 弹簧的特殊处理 .....                    | 11-151 |
| 2.1 发条弹簧的工作特性 .....                 | 11-131 | 1.1 弹簧的立定处理和强压处理 .....             | 11-151 |
| 2.2 螺旋形发条弹簧的计算公式 .....              | 11-131 | 1.1.1 立定处理 .....                   | 11-151 |
| 2.3 发条弹簧材料 .....                    | 11-132 | 1.1.2 加温立定处理 .....                 | 11-151 |
| 2.4 发条弹簧设计参数的选取 .....               | 11-133 | 1.1.3 强压(扭)处理 .....                | 11-152 |
| 2.5 螺旋形发条弹簧计算示例 .....               | 11-133 | 1.1.4 加温强压(扭)处理 .....              | 11-153 |
| 2.6 带盒螺旋形发条弹簧典型结构及<br>应用实例 .....    | 11-135 | 1.2 弹簧的喷丸处理 .....                  | 11-153 |
| 3 S形发条弹簧 .....                      | 11-135 | 1.2.1 喷丸处理的目的 .....                | 11-153 |
|                                     |        | 1.2.2 喷丸设备及弹丸 .....                | 11-153 |
|                                     |        | 1.2.3 弹丸种类及喷丸强度 .....              | 11-154 |
|                                     |        | 1.2.4 喷丸处理后的回火 .....               | 11-154 |
|                                     |        | 1.2.5 喷丸处理对弹簧其他性能<br>的影响 .....     | 11-154 |

|                                      |        |
|--------------------------------------|--------|
| 2 弹簧的热处理 .....                       | 11-154 |
| 2.1 弹簧热处理目的、要求和方法 .....              | 11-154 |
| 2.2 预备热处理 .....                      | 11-155 |
| 2.2.1 常用碳素弹簧钢和合金弹簧钢的预备热处理工艺 .....    | 11-155 |
| 2.2.2 不锈钢弹簧钢的预备热处理工艺 .....           | 11-155 |
| 2.2.3 铜合金弹簧材料的预备热处理 .....            | 11-155 |
| 2.3 消应力回火 .....                      | 11-155 |
| 2.3.1 常用弹簧钢材料消应力回火处理规范 .....         | 11-155 |
| 2.3.2 消应力回火温度对弹簧力学性能的影响 .....        | 11-156 |
| 2.3.3 消应力回火的温度和保温时间对拉伸弹簧初拉力的影响 ..... | 11-157 |
| 2.4 淬火和回火 .....                      | 11-157 |
| 2.4.1 常用弹簧钢材料的淬火和回火处理规范 .....        | 11-157 |
| 2.4.2 淬火和回火处理的注意事项 .....             | 11-157 |
| 2.5 等温淬火 .....                       | 11-158 |
| 2.5.1 等温淬火的目的是 .....                 | 11-158 |
| 2.5.2 常用弹簧钢的等温淬火工艺 .....             | 11-158 |
| 2.6 不锈钢弹簧钢的热处理 .....                 | 11-158 |
| 2.6.1 不锈钢热处理的方法与选择 .....             | 11-158 |
| 2.6.2 不锈钢弹簧钢的固溶热处理 .....             | 11-159 |
| 2.6.3 奥氏体不锈钢弹簧钢稳定化回火处理 .....         | 11-159 |
| 2.6.4 马氏体不锈钢弹簧钢的热处理 .....            | 11-159 |
| 2.6.5 沉淀硬化不锈钢弹簧钢的热处理 .....           | 11-160 |
| 2.7 铜合金弹簧材料的热处理 .....                | 11-160 |
| 2.7.1 锡青铜的热处理 .....                  | 11-160 |
| 2.7.2 铍青铜的热处理 .....                  | 11-161 |
| 2.7.3 硅青铜线的热处理 .....                 | 11-161 |
| 2.8 热处理对弹簧外形尺寸的                      |        |

|          |        |
|----------|--------|
| 影响 ..... | 11-161 |
|----------|--------|

## 第16章 橡胶弹簧 .....

|                                     |        |
|-------------------------------------|--------|
| 1 橡胶弹簧的特点与应用 .....                  | 11-163 |
| 2 橡胶弹簧材料 .....                      | 11-163 |
| 2.1 橡胶材料的剪切特性 .....                 | 11-164 |
| 2.2 橡胶材料的拉压特性 .....                 | 11-164 |
| 2.3 橡胶材料的剪切弹性模量 $G$ 及弹性模量 $E$ ..... | 11-164 |
| 2.4 橡胶弹簧的表观弹性模量 $E_a$ .....         | 11-164 |
| 3 橡胶弹簧的许用应力及许用应变 .....              | 11-165 |
| 4 橡胶弹簧的计算公式 .....                   | 11-165 |
| 4.1 橡胶压缩弹簧计算公式 .....                | 11-165 |
| 4.2 橡胶压缩弹簧的稳定性计算公式 .....            | 11-166 |
| 4.3 橡胶剪切弹簧计算公式 .....                | 11-166 |
| 4.4 橡胶扭转弹簧计算公式 .....                | 11-167 |
| 4.5 橡胶弯曲弹簧计算公式 .....                | 11-168 |
| 4.6 橡胶组合弹簧计算公式 .....                | 11-169 |
| 4.7 橡胶弹簧不同组合型式的刚度计算 .....           | 11-170 |
| 5 橡胶弹簧的计算示例 .....                   | 11-171 |
| 6 橡胶弹簧的应用实例 .....                   | 11-173 |

## 第17章 橡胶-金属螺旋复合弹簧 (简称复合弹簧) .....

|                            |        |
|----------------------------|--------|
| 1 橡胶-金属螺旋复合弹簧的优点 .....     | 11-175 |
| 2 橡胶-金属螺旋复合弹簧的结构型式 .....   | 11-175 |
| 3 橡胶-金属螺旋复合弹簧的设计 .....     | 11-176 |
| 3.1 模具设计 .....             | 11-176 |
| 3.2 金属螺旋弹簧设计 .....         | 11-177 |
| 3.3 橡胶弹簧设计 .....           | 11-177 |
| 4 橡胶-金属螺旋复合弹簧的主要计算公式 ..... | 11-177 |
| 5 橡胶-金属螺旋复合弹簧尺寸系列 .....    | 11-178 |
| 6 橡胶-金属螺旋复合弹簧的选用 .....     | 11-179 |
| 7 橡胶-金属螺旋复合弹簧的技术要求 .....   | 11-179 |
| 8 复合弹簧应用实例 .....           | 11-179 |

|                          |        |                           |        |
|--------------------------|--------|---------------------------|--------|
| <b>第 18 章 空气弹簧</b> ..... | 11-180 | 6 波纹膜片计算示例 .....          | 11-194 |
| 1 空气弹簧的特点 .....          | 11-180 | 7 膜片尺寸系列 .....            | 11-197 |
| 2 空气弹簧的类型 .....          | 11-180 | 8 膜盒尺寸系列 .....            | 11-198 |
| 2.1 囊式空气弹簧 .....         | 11-180 | 9 膜片应用实例 .....            | 11-200 |
| 2.2 约束膜式空气弹簧 .....       | 11-180 | <b>第 20 章 波纹管</b> .....   | 11-201 |
| 2.3 自由膜式空气弹簧 .....       | 11-181 | 1 波纹管的类型与用途 .....         | 11-201 |
| 3 空气弹簧的刚度计算 .....        | 11-181 | 2 波纹管的材料 .....            | 11-202 |
| 3.1 空气弹簧垂直刚度计算 .....     | 11-182 | 3 无缝波纹管计算公式 .....         | 11-202 |
| 3.2 空气弹簧横向刚度计算 .....     | 11-183 | 4 波纹管计算示例 .....           | 11-208 |
| 3.2.1 囊式空气弹簧 .....       | 11-183 | 5 波纹管尺寸系列 .....           | 11-209 |
| 3.2.2 膜式空气弹簧 .....       | 11-184 | 5.1 型式及材料 .....           | 11-209 |
| 4 空气弹簧计算示例 .....         | 11-185 | 5.2 波纹管尺寸和基本参数 .....      | 11-209 |
| 5 德国 CONTI 空气弹簧系列 .....  | 11-185 | 6 波纹管应用实例 .....           | 11-214 |
| 6 空气弹簧的应用实例 .....        | 11-186 | <b>第 21 章 压力弹簧管</b> ..... | 11-215 |
| <b>第 19 章 膜片</b> .....   | 11-189 | 1 压力弹簧管的类型与用途 .....       | 11-215 |
| 1 膜片的类型与用途 .....         | 11-189 | 2 压力弹簧管的材料 .....          | 11-216 |
| 2 膜片材料及性能 .....          | 11-190 | 3 压力弹簧管计算公式 .....         | 11-216 |
| 3 平膜片的设计计算 .....         | 11-190 | 4 压力弹簧管计算示例 .....         | 11-217 |
| 3.1 小位移平膜片的计算公式 .....    | 11-190 | 5 压力弹簧管的尺寸系列 .....        | 11-218 |
| 3.2 大位移平膜片的计算公式 .....    | 11-191 | <b>参考文献</b> .....         | 11-220 |
| 4 平膜片计算示例 .....          | 11-192 |                           |        |
| 5 波纹膜片的计算公式 .....        | 11-193 |                           |        |

## 第 12 篇

## 螺旋传动、摩擦轮传动

|                                                |       |                                                  |       |
|------------------------------------------------|-------|--------------------------------------------------|-------|
| <b>第 1 章 螺旋传动</b> .....                        | 12-3  | 2.4 滚珠丝杠副滚珠螺母安装连接尺寸<br>(摘自 JB/T 9893—1999) ..... | 12-20 |
| 1 滑动螺旋传动 .....                                 | 12-4  | 2.5 滚珠丝杠副精度标准 (摘自<br>GB/T 17587.3—1998) .....    | 12-24 |
| 1.1 螺纹基本尺寸和精度 .....                            | 12-4  | 2.6 滚珠丝杠副轴端型式尺寸 (摘自<br>JB/T 3162—2006) .....     | 12-29 |
| 1.2 滑动螺旋传动计算 .....                             | 12-4  | 2.7 常用滚珠丝杠副系列产品尺寸<br>及性能参数摘编 .....               | 12-35 |
| 1.3 材料与许用应力 .....                              | 12-8  | 2.8 滚珠丝杠副的计算程序及计算<br>实例 .....                    | 12-43 |
| 1.4 结构 .....                                   | 12-9  | 2.9 滚珠丝杠副的润滑与密封 .....                            | 12-51 |
| 2 滚动螺旋传动 .....                                 | 12-14 | 2.10 滚珠丝杠副防逆转措施 .....                            | 12-52 |
| 2.1 滚珠丝杠副的组成 (摘自<br>GB/T 17587.1—1998) .....   | 12-14 |                                                  |       |
| 2.2 滚珠丝杠副的结构及分类 .....                          | 12-16 |                                                  |       |
| 2.3 滚珠丝杠副的标准参数 (摘自<br>GB/T 17587.2—1998) ..... | 12-19 |                                                  |       |

HANDBOOK

OF MECHANICAL DESIGN



|                        |       |                     |       |
|------------------------|-------|---------------------|-------|
| <b>第2章 摩擦轮传动</b> ..... | 12-55 | 4.2 摩擦因数曲线 .....    | 12-59 |
| 1 传动原理、优缺点及常用范围 .....  | 12-55 | 5 承载能力计算 .....      | 12-59 |
| 2 摩擦轮传动型式与应用 .....     | 12-55 | 5.1 失效形式与计算准则 ..... | 12-59 |
| 3 摩擦副材料及润滑 .....       | 12-56 | 5.2 设计计算步骤 .....    | 12-59 |
| 3.1 摩擦副材料 .....        | 12-56 | 6 加压装置 .....        | 12-60 |
| 3.2 润滑剂 .....          | 12-58 | 7 摩擦轮结构 .....       | 12-66 |
| 4 滑动与摩擦因数曲线 .....      | 12-58 | 8 计算实例 .....        | 12-68 |
| 4.1 滑动率与传动比 .....      | 12-58 | <b>参考文献</b> .....   | 12-70 |

## 第13篇 带、链传动

|                                 |       |                         |        |
|---------------------------------|-------|-------------------------|--------|
| <b>第1章 带传动</b> .....            | 13-3  | GB/T 13575.2—1992) ...  | 13-95  |
| 1 带传动的类型、特点与应用 .....            | 13-3  | 6.2.2 多楔带的初张紧力 (摘自      |        |
| 2 V带传动 .....                    | 13-4  | JB/T 5983—1992) .....   | 13-96  |
| 2.1 带 .....                     | 13-4  | 6.2.3 平带的初张紧力 .....     | 13-96  |
| 2.2 带轮 .....                    | 13-7  | 6.2.4 同步带的初张紧力 (摘自      |        |
| 2.3 设计计算 (摘自 GB/T 13575.1—1992、 |       | GB/T 11361—1989、        |        |
| JB/ZQ 4175—1997、GB/T 13575.2—   |       | JB/T 7512.3—1994) ..... | 13-97  |
| 1992、GB/T 15531—1995) .....     | 13-11 | <b>第2章 链传动</b> .....    | 13-99  |
| 3 多楔带传动 .....                   | 13-27 | 1 短节距传动用精密滚子链 .....     | 13-99  |
| 3.1 带 .....                     | 13-27 | 1.1 滚子链的基本参数与尺寸 (摘自     |        |
| 3.2 带轮 .....                    | 13-28 | GB/T 1243—1997) .....   | 13-99  |
| 3.3 设计计算 (摘自                    |       | 1.2 滚子链传动设计计算 .....     | 13-102 |
| JB/T 5983—1992) .....           | 13-29 | 1.2.1 滚子链传动的一般设计计算      |        |
| 4 平带传动 .....                    | 13-35 | 内容和步骤 (摘自               |        |
| 4.1 普通平带 .....                  | 13-35 | GB/T 18150—2000) .....  | 13-102 |
| 4.2 带轮 .....                    | 13-36 | 1.2.2 滚子链的静强度计算 .....   | 13-106 |
| 4.3 设计计算 .....                  | 13-37 | 1.2.3 滚子链的耐疲劳工作能力       |        |
| 5 同步带传动 .....                   | 13-42 | 计算 .....                | 13-107 |
| 5.1 同步带主要参数 .....               | 13-42 | 1.2.4 滚子链的耐磨损工作能力       |        |
| 5.2 带 .....                     | 13-43 | 计算 .....                | 13-108 |
| 5.3 带轮 .....                    | 13-49 | 1.2.5 滚子链的抗胶合工作能力       |        |
| 5.4 设计计算 .....                  | 13-60 | 计算 .....                | 13-109 |
| 6 带传动的张紧及安装 .....               | 13-94 | 1.3 滚子链链轮 .....         | 13-109 |
| 6.1 张紧方法及安装要求 .....             | 13-94 | 2 齿形链传动 .....           | 13-114 |
| 6.2 初张紧力的检测 .....               | 13-95 | 2.1 齿形链的分类 .....        | 13-114 |
| 6.2.1 V带的初张紧力 (摘自               |       | 2.2 齿形链的基本参数与尺寸 (摘自     |        |
| GB/T 13575.1—1992、              |       | GB/T 10855—1989) .....  | 13-115 |

HANDBOOK

MECHANICAL