

成大先 主编

机械设计手册

第六版



弹 簧

HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

机械设计手册

第六版

单行本 弹 簧

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《弹簧》。主要介绍了弹簧的类型、性能与应用,详细介绍了圆柱螺旋弹簧、截锥螺旋弹簧、蜗卷螺旋弹簧、多股螺旋弹簧、碟形弹簧、开槽碟形弹簧、膜片弹簧、环形弹簧、片弹簧、板弹簧、发条弹簧、游丝、扭杆弹簧、橡胶弹簧、复合弹簧、空气弹簧、膜片、波纹管、压力弹簧的结构类型、工作特性、材料和参数、尺寸、设计计算和应用等,同时还介绍了弹簧的特殊处理及热处理方法。

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. 弹簧/成大先主编. —6 版.
北京:化学工业出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-122-28714-4

I. ①机… II. ①成… III. ①机械设计-技术手册
②弹簧-技术手册 IV. ①TH122-62②TH135-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 309026 号

责任编辑:周国庆 张兴辉 贾娜 曾越
责任校对:吴静

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 14³/₄ 字数 506 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>

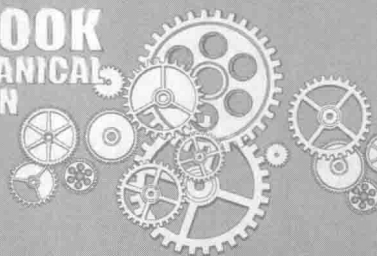
凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 45.00 元

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 |

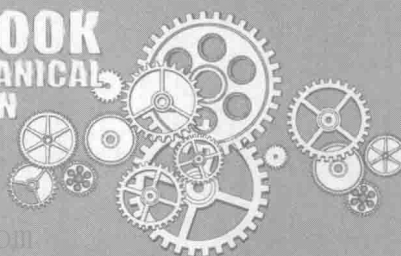


方正	中国重型机械研究院	申连生	中冶迈克液压有限责任公司
马敬勋	济南钢铁集团	刘秀丽	中国有色工程设计研究总院
冯彦宾	四川理工学院	宋天民	北京钢铁设计研究总院
袁林	四川理工学院	周堉	中冶京城工程技术有限公司
孙夏明	北方工业大学	崔桂芝	北方工业大学
黄吉平	宁波市镇海减变速机制造有限公司	佟新	中国有色工程设计研究总院
陈宗源	中冶集团重庆钢铁设计研究院	禡有雄	天津大学
张翌	北京太富力传动机器有限责任公司	林少芬	集美大学
陈涛	大连华锐重工集团股份有限公司	卢长耿	厦门海德科液压机械设备有限公司
于天龙	大连华锐重工集团股份有限公司	容同生	厦门海德科液压机械设备有限公司
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。

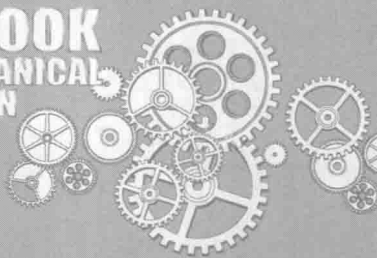
《机械设计手册》以其技术性和实用性强、标准和数据可靠、便于使用和查询等特点,赢得了广大机械设计工作者和工程技术人员的首肯和好评。自出版以来,收到读者来信数千封。广大读者在对《机械设计手册》给予充分肯定的同时,也指出了《机械设计手册》装帧太厚、太重,不便携带和翻阅,希望出版篇幅小些的单行本,诸多读者建议将《机械设计手册》以篇为单位改编为多卷本。

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。

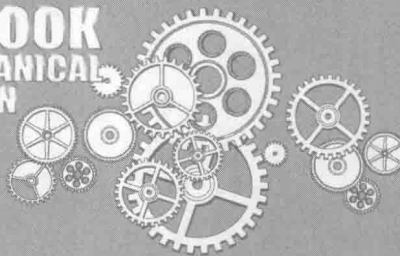
借《机械设计手册》第六版单行本出版之际，再次向热情支持和积极参加编写工作的单位和个人表示诚挚的敬意！向长期关心、支持《机械设计手册》的广大热心读者表示衷心感谢！

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。

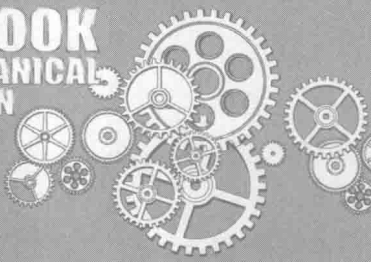
与时俱进、开拓创新,实现实用性、可靠性和创新性的最佳结合,协助广大机械设计人员开发出更好更新的产品,适应市场和生产需要,提高市场竞争力和国际竞争力,这是《机械设计手册》一贯坚持、不懈努力的最高宗旨。

《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。

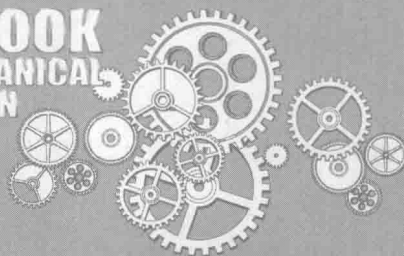
2. 为满足机械产品通用化、国际化的需要,遵照立足国家标准、面向国际标准的原则来收录内容,如第15篇“齿轮传动”更新并完善了符合ISO标准的渐开线齿轮设计等。

《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 12 篇 弹簧

第 1 章 弹簧的类型、性能与应用 12-3

第 2 章 圆柱螺旋弹簧 12-8

1 圆柱螺旋弹簧的形式、代号及应用 12-8

2 弹簧材料及许用应力 12-10

3 圆柱螺旋压缩弹簧 12-15

3.1 圆柱螺旋压缩弹簧计算公式 12-15

3.2 圆柱螺旋弹簧参数选择 12-17

3.3 压缩弹簧端部形式与高度、总圈数等的公式 12-18

3.4 螺旋弹簧的稳定性、强度和共振的验算 12-19

3.5 圆柱螺旋压缩弹簧计算表 12-20

3.6 圆柱螺旋弹簧计算用系数 C , K , K_1 , $\frac{8}{\pi} KC^3$ (摘自 GB 1239—2009) 12-28

3.7 圆柱螺旋压缩弹簧计算示例 12-29

3.8 组合弹簧的设计计算 12-32

3.9 组合弹簧的计算示例 12-33

3.10 圆柱螺旋压缩弹簧的压力调整结构 12-35

3.11 圆柱螺旋压缩弹簧的应用实例 12-35

4 圆柱螺旋拉伸弹簧 12-37

4.1 圆柱螺旋拉伸弹簧计算公式 12-37

4.2 圆柱螺旋拉伸弹簧计算示例 12-38

4.3 圆柱螺旋拉伸弹簧的拉力调整结构 12-41

4.4 圆柱螺旋拉伸弹簧应用实例 12-42

5 圆柱螺旋扭转弹簧 12-44

5.1 圆柱螺旋扭转弹簧计算公式 12-44

5.2 圆柱螺旋扭转弹簧计算示例 12-45

5.3 圆柱螺旋扭转弹簧安装及结构示例 12-46

5.4 圆柱螺旋扭转弹簧应用实例 12-47

6 圆柱螺旋弹簧制造精度、极限偏差及技术要求 12-48

6.1 冷卷圆柱螺旋压缩弹簧制造精度及极限偏差 12-48

6.2 冷卷圆柱螺旋拉伸弹簧制造精度及极限偏差 12-48

6.3 热卷圆柱螺旋弹簧制造精度及极限偏差 12-49

6.4 冷卷圆柱螺旋扭转弹簧制造精度及极限偏差 12-50

6.5 圆柱螺旋弹簧的技术要求 12-51

7 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧 12-51

7.1 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧计算公式 12-52

7.2 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧有关参数的选择 12-53

7.3 矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧计算示例 12-54

第 3 章 截锥螺旋弹簧 12-56

1 截锥螺旋弹簧的结构形式及特性 12-56

2 截锥螺旋弹簧的分类 12-56

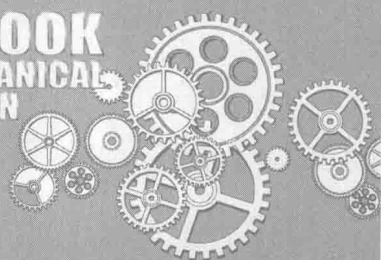
3 截锥螺旋弹簧的计算公式 12-57

4 截锥螺旋弹簧的计算示例 12-59

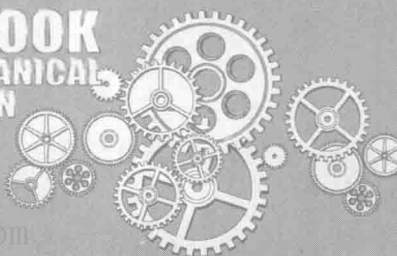
5 截锥螺旋弹簧应用实例 12-60

第 4 章 蜗卷螺旋弹簧 12-62

1 蜗卷螺旋弹簧的特性曲线 12-62



2 蜗卷螺旋弹簧的材料及许用应力	12-62	8 碟形弹簧应用实例	12-88
3 蜗卷螺旋弹簧的计算公式	12-62	第7章 开槽碟形弹簧	12-90
4 蜗卷螺旋弹簧的计算示例	12-64	1 开槽碟形弹簧的特性曲线	12-90
4.1 等螺旋角蜗卷螺旋弹簧的计算	12-64	2 开槽碟形弹簧设计参数的选择	12-90
4.2 等节距蜗卷螺旋弹簧的计算	12-66	3 开槽碟形弹簧的计算公式	12-91
4.3 等应力蜗卷螺旋弹簧的计算	12-68	4 开槽碟形弹簧计算示例	12-92
第5章 多股螺旋弹簧	12-69	第8章 膜片碟簧	12-95
1 多股螺旋弹簧的结构、特性及用途	12-69	1 膜片碟簧的特点及用途	12-95
2 多股螺旋弹簧的材料及许用应力	12-69	2 膜片碟簧参数的选择	12-96
3 多股螺旋弹簧的参数选择	12-70	3 膜片碟簧的基本计算公式	12-97
4 多股螺旋压缩、拉伸弹簧设计主要公式	12-70	4 膜片碟簧的计算方法	12-98
5 多股螺旋压缩、拉伸弹簧几何尺寸计算	12-72	5 膜片碟簧的技术条件	12-98
6 多股螺旋压缩弹簧计算示例	12-73	第9章 环形弹簧	12-99
第6章 碟形弹簧	12-76	1 环形弹簧的特性曲线	12-99
1 碟形弹簧的特点与应用	12-76	2 环形弹簧的材料和许用应力	12-100
2 碟簧(普通碟簧)的分类及系列	12-76	3 环形弹簧设计参数选择	12-100
3 碟形弹簧的计算	12-79	4 环形弹簧计算公式	12-100
3.1 单片碟形弹簧的计算公式	12-79	5 环形弹簧计算示例	12-102
3.2 单片碟形弹簧的特性曲线	12-81	6 环形弹簧应用实例	12-103
3.3 组合碟形弹簧的计算公式	12-81	7 环形弹簧的技术要求	12-103
4 碟形弹簧的材料及许用应力	12-82	第10章 片弹簧	12-104
4.1 碟形弹簧的材料	12-82	1 片弹簧的结构与用途	12-104
4.2 许用应力及极限应力曲线	12-83	2 片弹簧材料及许用应力	12-105
4.2.1 载荷类型	12-83	3 片弹簧计算公式	12-105
4.2.2 静载荷作用下碟簧的许用应力	12-83	4 片弹簧计算示例	12-107
4.2.3 变载荷作用下碟簧的疲劳极限	12-83	5 片弹簧技术要求	12-108
5 碟形弹簧的技术要求	12-84	6 片弹簧应用实例	12-108
5.1 导向件	12-84	第11章 板弹簧	12-110
5.2 碟簧参数的公差和偏差	12-84	1 板弹簧的类型和用途	12-110
5.3 碟簧表面的粗糙度	12-85	2 板弹簧的结构	12-110
5.4 碟簧成形后的处理	12-85	2.1 弹簧钢板的截面形状	12-110
6 碟形弹簧计算示例	12-85	2.2 主板的端部结构	12-111
7 碟形弹簧工作图	12-88	2.3 副板端部结构	12-112
		2.4 板弹簧中部的固定结构	12-113
		2.5 板弹簧两侧的固定结构	12-113



3 板弹簧材料及许用应力	12-114
3.1 板弹簧材料及力学性能	12-114
3.2 许用弯曲应力	12-114
4 板弹簧设计与计算	12-114
4.1 板弹簧的近似计算公式	12-114
4.2 板弹簧的设计计算公式	12-115
4.2.1 叶片厚度、宽度及数目的 计算	12-116
4.2.2 各叶片长度的计算	12-116
4.2.3 板弹簧的刚度计算	12-118
4.2.4 板弹簧在自由状态下弧高 及曲率半径的计算	12-119
4.2.5 叶片在自由状态下曲率 半径及弧高的计算	12-119
4.2.6 装配后的板弹簧总成弧高 的计算	12-119
4.2.7 板弹簧元件的强度验算	12-119
5 板弹簧的技术要求	12-121
6 板弹簧计算示例	12-122
6.1 叶片厚度、宽度及数目的计算	12-122
6.2 叶片长度的计算	12-123
6.3 板弹簧的刚度	12-124
6.4 板弹簧总成在自由状态下的弧高 及曲率半径	12-124
6.5 叶片预应力的确定	12-124
6.6 装配后板弹簧总成弧高及曲率 半径的计算	12-125
6.7 板弹簧各叶片应力的计算	12-126
6.8 板弹簧工作图	12-126
7 板弹簧应用实例	12-128

第12章 发条弹簧

1 发条弹簧的类型、结构及应用	12-129
2 螺旋形发条弹簧	12-131
2.1 发条弹簧的工作特性	12-131
2.2 螺旋形发条弹簧的计算公式	12-131
2.3 发条弹簧材料	12-132
2.4 发条弹簧设计参数的选取	12-133
2.5 螺旋形发条弹簧计算示例	12-133
2.6 带盒螺旋形发条弹簧典型结构及	

应用实例	12-135
3 S形发条弹簧	12-135
3.1 S形发条弹簧计算公式	12-135
3.2 S形发条弹簧计算示例	12-136

第13章 游丝

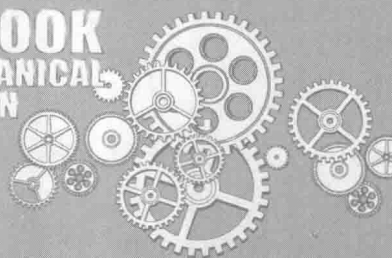
1 游丝的类型及用途	12-138
2 游丝的材料	12-138
3 游丝的计算公式	12-139
4 游丝参数的选择	12-139
5 游丝的尺寸系列	12-140
6 游丝座的尺寸系列	12-141
7 游丝的技术要求	12-141
8 游丝端部固定形式	12-141
9 游丝计算示例	12-142
10 游丝的应用实例	12-142

第14章 扭杆弹簧

1 扭杆弹簧的结构、类型及应用	12-144
2 扭杆弹簧的材料和许用应力	12-145
3 扭杆弹簧的计算公式	12-145
4 扭杆弹簧的端部结构和有效长度	12-147
4.1 扭杆弹簧的端部结构	12-147
4.2 扭杆弹簧的有效工作长度	12-148
5 扭杆弹簧的技术要求	12-148
6 扭杆弹簧计算示例	12-148
7 扭杆弹簧应用实例	12-149

第15章 弹簧的特殊处理及 热处理

1 弹簧的特殊处理	12-151
1.1 弹簧的立定处理和强压处理	12-151
1.1.1 立定处理	12-151
1.1.2 加温立定处理	12-151
1.1.3 强压(扭)处理	12-152
1.1.4 加温强压(扭)处理	12-153
1.2 弹簧的喷丸处理	12-153
1.2.1 喷丸处理的目的	12-153
1.2.2 喷丸设备及弹丸	12-153
1.2.3 弹丸种类及喷丸强度	12-154



1.2.4	喷丸处理后的回火	12-154
1.2.5	喷丸处理对弹簧其他性能的影响	12-154
2	弹簧的热处理	12-154
2.1	弹簧热处理目的、要求和方法	12-154
2.2	预备热处理	12-155
2.2.1	常用碳素弹簧钢和合金弹簧钢的预备热处理工艺	12-155
2.2.2	不锈钢弹簧钢的预备热处理工艺	12-155
2.2.3	铜合金弹簧材料的预备热处理	12-155
2.3	消应力回火	12-155
2.3.1	常用弹簧钢材料消应力回火处理规范	12-155
2.3.2	消应力回火温度对弹簧力学性能的影响	12-156
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	12-157
2.4	淬火和回火	12-157
2.4.1	常用弹簧材料的淬火和回火处理规范	12-157
2.4.2	淬火和回火处理的注意事项	12-157
2.5	等温淬火	12-158
2.5.1	等温淬火的目的是	12-158
2.5.2	常用弹簧钢的等温淬火工艺	12-158
2.6	不锈钢弹簧钢的热处理	12-158
2.6.1	不锈钢热处理的方法与选择	12-158
2.6.2	不锈钢弹簧钢的固溶热处理	12-159
2.6.3	奥氏体不锈钢弹簧钢稳定化回火处理	12-159
2.6.4	马氏体不锈钢弹簧钢的热处理	12-159
2.6.5	沉淀硬化不锈钢弹簧钢的热处理	12-160
2.7	铜合金弹簧材料的热处理	12-160
2.7.1	锡青铜的热处理	12-160
2.7.2	铍青铜的热处理	12-161
2.7.3	硅青铜线的热处理	12-161
2.8	热处理对弹簧外形尺寸的影响	12-161

第16章 橡胶弹簧

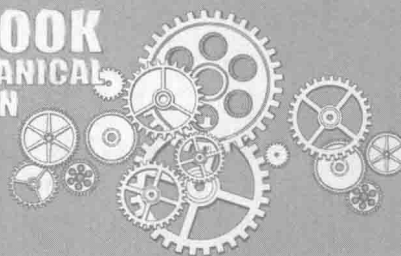
1	橡胶弹簧的特点与应用	12-163
2	橡胶弹簧材料	12-163
2.1	橡胶材料的剪切特性	12-164
2.2	橡胶材料的拉压特性	12-164
2.3	橡胶材料的剪切弹性模量 G 及弹性模量 E	12-164
2.4	橡胶弹簧的表观弹性模量 E_0	12-164
3	橡胶弹簧的许用应力及许用应变	12-165
4	橡胶弹簧的计算公式	12-165
4.1	橡胶压缩弹簧计算公式	12-165
4.2	橡胶压缩弹簧的稳定性计算公式	12-166
4.3	橡胶剪切弹簧计算公式	12-166
4.4	橡胶扭转弹簧计算公式	12-167
4.5	橡胶弯曲弹簧计算公式	12-168
4.6	橡胶组合弹簧计算公式	12-169
4.7	橡胶弹簧不同组合形式的刚度计算	12-170
5	橡胶弹簧的计算示例	12-171
6	橡胶弹簧的应用实例	12-173

第17章 橡胶-金属螺旋复合弹簧 (简称复合弹簧)

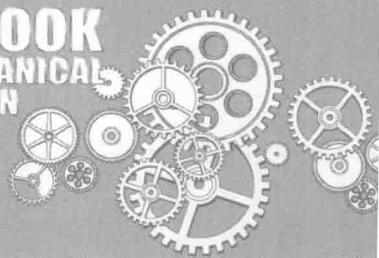
1	橡胶-金属螺旋复合弹簧的优点	12-175
2	橡胶-金属螺旋复合弹簧的结构形式	12-175
3	橡胶-金属螺旋复合弹簧的设计	12-176
3.1	模具设计	12-176
3.2	金属螺旋弹簧设计	12-177
3.3	橡胶弹簧设计	12-177
4	橡胶-金属螺旋复合弹簧的主要计算公式	12-177
5	橡胶-金属螺旋复合弹簧尺寸系列	12-178
6	橡胶-金属螺旋复合弹簧的选用	12-179
7	橡胶-金属螺旋复合弹簧的技术要求	12-179
8	复合弹簧应用实例	12-179

第18章 空气弹簧

1	空气弹簧的特点	12-180
2	空气弹簧的类型	12-180
2.1	囊式空气弹簧	12-180
2.2	约束膜式空气弹簧	12-180



2.3 自由膜式空气弹簧	12-181	9 膜片应用实例	12-200
3 空气弹簧的刚度计算	12-181	第20章 波纹管	12-201
3.1 空气弹簧垂直刚度计算	12-182	1 波纹管的类型与用途	12-201
3.2 空气弹簧横向刚度计算	12-183	2 波纹管的材料	12-202
3.2.1 囊式空气弹簧	12-183	3 无缝波纹管计算公式	12-202
3.2.2 膜式空气弹簧	12-184	4 波纹管计算示例	12-208
4 空气弹簧计算示例	12-185	5 波纹管尺寸系列	12-209
5 德国 CONTI 空气弹簧系列	12-185	5.1 形式及材料	12-209
6 空气弹簧的应用实例	12-186	5.2 波纹管尺寸和基本参数	12-209
第19章 膜片	12-189	6 波纹管应用实例	12-214
1 膜片的类型与用途	12-189	第21章 压力弹簧管	12-215
2 膜片材料及性能	12-190	1 压力弹簧管的类型与用途	12-215
3 平膜片的设计计算	12-190	2 压力弹簧管的材料	12-216
3.1 小位移平膜片的计算公式	12-190	3 压力弹簧管计算公式	12-216
3.2 大位移平膜片的计算公式	12-191	4 压力弹簧管计算示例	12-217
4 平膜片计算示例	12-192	5 压力弹簧管的尺寸系列	12-218
5 波纹膜片的计算公式	12-193	参考文献	12-220
6 波纹膜片计算示例	12-194		
7 膜片尺寸系列	12-197		
8 膜盒尺寸系列	12-198		



机械设计手册

第六版

第 3 卷

HANDBOOK
OF MECHANICAL
DESIGN

第12篇
弹簧

主要撰稿	王鸿翔
朱炎	朱炎
审稿	朱琪

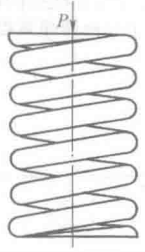
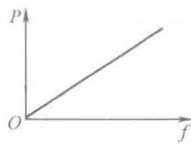
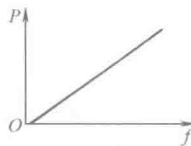
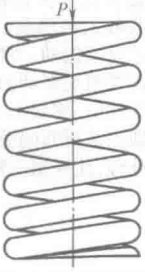
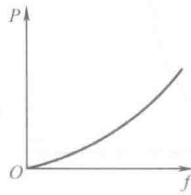
12

第1章 弹簧的类型、性能与应用

弹簧的类型繁多,其分类方法也颇多,表 12-1-1 中所列弹簧类型是按结构形状来分类的。

表 12-1-1

弹簧的类型及其性能与应用

类 型	结 构 图	特 性 线	性 能 与 应 用
圆形截面圆柱螺旋压缩弹簧			特性线呈线性,刚度稳定,结构简单,制造方便,应用较广,在机械设备中多用作缓冲、减振以及储能和控制运动等
矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧			在同样的空间条件下,矩形截面圆柱螺旋压缩弹簧比圆形截面圆柱螺旋压缩弹簧的刚度大,吸收能量多,特性线更接近于直线,刚度更接近于常数
扁形截面圆柱螺旋压缩弹簧			与圆形截面圆柱螺旋压缩弹簧比较,储存能量大,压并高度低,压缩量大,因此被广泛用于发动机阀门机构、离合器和自动变速器等安装空间比较小的装置上
不等节距圆柱螺旋压缩弹簧			当载荷增大到一定程度后,随着载荷的增大,弹簧从小节距开始依次逐渐并紧,刚度逐渐增大,特性线由线性变为渐增型。因此其自振频率为变值,有较好的消除或缓和共振的影响,多用于高速变载机构