

中国机械设计大典

CHINA MECHANICAL DESIGN CANON

中国机械工程学会
中国机械设计大典编委会

3



江西科学技术出版社

CHINA
MECHANICAL
DESIGN
CANON

第3卷

机械零部件设计

Vol.3

Design of Machine Elements

中国机械工程学会

中国机械设计大典编委会

China Mechanical Engineering Society

China Mechanical Design Canon Committee

卜炎 主编

中国
机械
设计
大典

3

江西科学技术出版社

中国机械设计大典共 6 卷 52 篇,分为现代机械设计方法、机械设计基础、机械零部件设计、机械传动设计、机械控制系统设计、机械设计实践六部分。本卷为第 3 卷机械零部件设计。

本卷共 10 篇,主要包括轴及轴毂联接、联接与紧固、弹簧、滚动轴承、滑动轴承、密封、管路附件、起重和搬运零件、操作件、标牌和常用手工工具、箱体、机架与导轨等内容。目的是为广大工程技术人员在零部件设计时提供先进的设计理论和方法,为增强机械工程技术人员的产品创新意识和能力服务。

本大典主要供具有中等技术水平以上的广大工程技术人员在综合研究和处理机械设计的各种技术问题时,起备查、提示和启发的作用,也可供理、工院校的有关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国机械设计大典:第 3 卷,机械零部件设计/中国机械工程学会,中国机械设计大典编委会.一南昌:江西科学技术出版社,2002.1

ISBN 7-5390-1944-1

I. 中… II. 中… III. ①机械设计 ②机械元件—设计 IV.TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 071002 号

江西科学技术出版社(南昌市新魏路 17 号 邮编:330002 电话:(0791)8513294)

责任编辑:沈火生、沈德廉、张旭初、冯宗菁、李骏带

装帧设计:雷嘉琦、覃京燕

北京市密云县印刷厂印刷·江西科学技术出版社发行·各地新华书店经销

2002 年 1 月第 1 版·第 1 次印刷

1000mm×1400mm B5·52.500 印张·3136 千字

定价:249.00 元

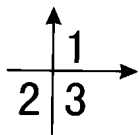
凡购本书,如有缺页,倒页,脱页,请与本社联系调换。

联系电话:(010)68315022 或 (0791)8516122

传真:(010)68315018

E-mail: cmdc2001bj@vip.sina.com

国际互联网(Internet)网址:HTTP://www.cmdchina.com



1. 中国机械工业联合会函
2. 国家863/CIMS主题办公室致函
3. 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部致函

中国机械工业联合会

中国机械工程学会：

中国机械设计大典编委会：

为确保我国机械设计和产品创新能力及早与国际先进水平接轨，以应对加入WTO之后的竞争局面，贵会邀请了众多国内外一流专家学者共同编撰了具有国际先进水平的《中国机械设计大典》。中国机械工业联合会谨表示热烈祝贺。

该书全面系统地总结了机械学科各专业的先进技术和经验，集中反映了当代机械设计的最高水平，重点展示了国家自然科学基金资助项目和国家863计划的科研成果。我们相信，该书的出版有助于我国进一步实施“加快科技进步，提高创新能力”的科技发展战略，对新世纪中国机械工业全面参与国际合作与竞争，均具有重要的现实意义和深远的战略意义。中国机械工业联合会将全力支持该书的出版发行，并期待着今后在该领域内进一步加强合作。

祝《中国机械设计大典》出版发行工作取得圆满成功！

此致

敬礼



国家高技术计划自动化领域CIMS主题办公室

函

863-511 (00函字) 003号

中国机械设计大典编委会：

贵会聘请近千位专家编撰的《中国机械设计大典》，从现代机械设计方法、机械设计基础、机械零部件设计、机械传动设计、机械控制系统设计、机械设计实践等方面，全面系统地总结了机械设计各专业的技术内容，充分体现了现代设计的创新思维、理论与方法，集中反映了当代机械设计的最新成果。她的出版，对推动未来中国机械工业的发展、设计的创新乃至科技的进步都具有十分重要的意义。本大典总结了国家863计划的许多科研成果，得到了国家863/CIMS主题办公室的支持和资助。预祝出版圆满成功！



国家自然科学基金委员会工程与材料科学部

北京100083海淀区花园北路55号电话1

Tel & Fax: 010-62018979

中国机械设计大典编委会：

贵会编撰的《中国机械设计大典》，全面系统地总结了机械设计各专业的技术内容，充分体现了现代设计的创新思想、理论与方法，集中反映了当代机械设计的最新成果。书中的部分内容体现了国家自然科学基金资助项目的研究成果。作为机械科学的一项庞大的基础工程，该书的出版对促进中国机械科学和机械工业的发展将具有十分重要的指导意义。国家自然科学基金委员会工程与材料科学部对《中国机械设计大典》的出版表示支持，祝该书的出版取得成功！

此致

敬礼



设计精华
服务经济振兴

为《中国机械设计大典》题

邵家华

一九九九年五月

中国机械设计大典编委会

China Mechanical Design Canon Committee

名誉主任： 邹家华（全国人大副委员长）

主任： 陆燕荪（原机械工业部副部长，总工程师）

委员： （按姓氏笔画为序）

卜 炎（天津大学，教授）	邹家华（全国人大副委员长）
孔庆堂（中国机械设计大典编委会，教授级高工）	周 济（华中科技大学原校长，院士）
王太辰（北京冶金设备研究院院长，教授级高工）	周榕芳（江西省出版总社副社长，编审）
王立鼎（大连理工大学，院士）	欧阳葆（南京高速齿轮箱厂，教授级高工）
王成元（沈阳工业大学校长，教授）	范卫平（江西省新闻出版局副局长，编审）
王友河（中国机械设计大典编委会，高级工程师）	范宏才（原机械工业部副总工程师，教授级高工）
王启义（东北大学原副校长，教授）	柳百成（清华大学，院士）
叶少华（中国机械设计大典编委会，高级工程师）	贺 毅（原武警水电指挥部主任，教授级高工，将军）
宁汝新（北京理工大学原副校长，教授）	钟 掘（中南大学，院士）
艾 兴（山东大学，院士）	钟秉林（教育部高等教育司司长，教授）
冯宗菁（机械工业出版社，教授级高工）	钟群鹏（北京航空航天大学，院士）
关 桥（航空部工艺所，院士）	闻邦椿（东北大学，院士）
刘 飞（重庆大学原校长，教授）	徐滨士（装甲兵工程学院，院士）
刘积仁（国家软件工程技术研究中心主任，教授）	海锦涛（机械科学研究院院长，教授）
朱孝录（北京科技大学，教授）	郭孔辉（吉林大学，院士）
朱剑英（南京航空航天大学原校长，教授）	钱令希（大连理工大学，院士）
许志锐（江西省出版总社社长）	高福根（中国机械设计大典编委会，高级工程师）
阮雪瑜（上海交通大学，院士）	高镇同（北京航空航天大学，院士）
余 俊（华中科技大学，教授）	盛伯浩（北京机床研究所，教授级高工）
吴柏林（北京机电工业控股集团总公司，总工程师）	黄远东（中国机械设计大典编委会，高级工程师）
吴博达（吉林大学党委书记，教授）	黄尚廉（重庆大学，院士）
宋天虎（中国机械工程学会秘书长，教授）	黄炳印（中国标准出版社原总编辑）
宋玉泉（吉林大学，院士）	温诗铸（清华大学，院士）
宋振武（中国重型机械总公司，教授级高工）	程耿东（大连理工大学校长，院士）
张旭初（江西科学技术出版社，编审）	谢克昌（太原理工大学校长，教授）
李壮云（华中科技大学，教授）	雷源忠（国家自然科学基金委，机械学科主任，研究员）
李骏带（中国机械设计大典编委会，高级工程师）	熊有伦（华中科技大学，院士）
杜庆华（清华大学，院士）	蔡鹤皋（哈尔滨工业大学，院士）
杜善义（哈尔滨工业大学原校长，院士）	赫冀成（东北大学校长，教授）
杨叔子（华中科技大学原校长，院士）	DANI F.G.（斯坦福大学，教授）
杨德新（大连铁道学院院长，教授）	T.S.BEK（德国 SEW 集团公司亚太地区总裁，教授）
陆燕荪（原机械工业部副部长，总工程师）	畑村洋太郎（东京大学，教授）

总 主 编： 王启义 副 总 主 编： 余俊、朱孝录、王太辰、李壮云、卜 炎、宋振武

卷 主 编： 第 1 卷 余 俊 第 2 卷 王启义 第 3 卷 卜 炎
第 4 卷 朱孝录 第 5 卷 李壮云 第 6 卷 王太辰

主编助理： 高起元

总 编 辑： 李骏带 副总编辑： 冯宗菁、张旭初

总 策 划： 宋天虎、黄远东 秘 书 长： 黄远东（兼）

前言

Introductions

科学技术发展的进程表明,机械工业是科学技术物化为生产力的重要载体。在一次又一次工业革命过程中,机械与冶金、化工、电力、电子及信息产业等诸多领域科技成果的有机结合,为工业、农业、交通运输、国防建设和人们日常生活等方面不断地提供了先进的设备和器械。生产过程机械化与自动化的实现,极大地推动了技术创新与社会进步,充分体现了机械工业在国民经济中所起到的至关重要的作用。

机械设计是机械工业的基础技术。科技成果要转变为有竞争力的新产品,设计起着关键性的作用。设计工作的质量和水平,直接关系到产品质量、性能和技术经济效益。工业发达国家都极为重视机械设计工作,不断地研制出适应市场需要的机电产品,有力地促进了全球经济的蓬勃发展。

为了展示机械设计方面的前沿理论、成熟经验、先进技术以及国内外最新探索与创造的成果、面对我国“入世”后机械制造业将面临国际市场激烈竞争的格局,编写一部技术内容与国际接轨的实用机械设计工具书,实属当务之急。为此,中国机械工程学会、中国机械设计大典编委会聘请了国内外从事科研、设计、开发的众多著名专家教授,历时三年,编撰此跨世纪科技巨著《中国机械设计大典》(简称《设计大典》)。《设计大典》是在认真总结科技手册编写经验,广泛吸取建国50多年来特别是改革开放20多年来机械工业所取得的科技成果,以及国内外在机械设计方面的成功经验的基础上编撰而成的实用工具书。《设计大典》以设计创新为主线,充分体现了现代设计的创新思维、理论与方法,集中反映了当代机械设计的最新成果;《设计大典》跳出传统工具书的编写套路,首次采用从方法论、系统论、控制论到实践论的全新模式编写,将新思维和新方法与设计实践,融会贯通于机械设计全过程中;书中所涉及的标准均采用现行国际、国家及行业最新标准,每一部分内容都附有设计实例,所涉及的公式、数据、图表准确可靠,具有很强的实用性和可操作性,许多内容都反映了国家863计划和国家自然科学基金资助项目的科研成果。

《设计大典》由现代机械设计方法、机械设计基础、机械零部件设计、机械传动设计、机械控制系统设计和机械设计实践共6卷52篇,约2000万字组成。《设计大典》的出版,符合国家提出的“加快科技进步,提高创新能力”的科技发展战略和全面提高机械设计水平的客观需要,对新世纪中国机械工业走向世界,对企业全面参与国际合作与竞争,都具有重要的现实意义和长远的战略意义。

在《设计大典》的编写和出版过程中,受到了国家有关领导人的亲切关怀,并得到了中国机械工业联合会、国家863/CIMS主题办公室和国家自然科学基金委员会工程与材料科学部的大力支持和资助,得到了众多高校、科研院所和企业的热情支持和帮助,得到了所有参与编写单位和出版单位的积极配合,在此一并表示衷心的感谢。对于本书中所存在的阙漏之处,我们恳切地希望广大读者给予批评指正。

陆道森

2001年11月8日

《中国机械设计大典》篇目

China Mechanical Design Canon Contents

卷次	卷名	篇目
第1卷 Vol.1	现代机械设计方法 Modern Method of Mechanical Design	1.总论 2.创新设计 3.生命周期设计 4.有限元设计 5.虚拟设计 6.优化设计 7.稳健设计 8.并行设计 9.智能设计 10.机电一体化设计 11.计算机辅助设计
第2卷 Vol.2	机械设计基础 Fundamentals of Mechanical Design	12.常用公式和数表 13.通用基础标准 14.机械工程材料 15.机械零部件结构设计 16.机械零部件失效分析 17.可靠性设计 18.疲劳强度设计 19.机械振动的控制与利用 20.摩擦学设计
第3卷 Vol.3	机械零部件设计 Design of Machine Elements	21.轴及轴毂联接 22.联接与紧固 23.弹簧 24.滚动轴承 25.滑动轴承 26.密封 27.管路附件 28.起重和搬运零件 29.操作件、标牌和常用手工工具 30.箱体、机架与导轨
第4卷 Vol.4	机械传动设计 Design of Mechanical Transmission	31.传动总论 32.圆柱齿轮传动及其装置 33.锥齿轮传动及其装置 34.蜗杆传动及其装置 35.动轴轮系齿轮传动及其装置 36.带、链传动 37.摩擦轮与螺旋传动 38.机械无级变速器 39.国外先进机械传动装置 40.联轴器、离合器和制动器 41.机构
第5卷 Vol.5	机械控制系统设计 Design of Mechanical Control System	42.液压传动与控制 43.气压传动与控制 44.液力传动与控制 45.电气传动控制系统
第6卷 Vol.6	机械设计实践 Practice of Mechanical design	46.机械设计实践总论 47.机械方案设计与总体设计 48.机械动力系统设计 49.机械实用工业设计 50.机械试验 51.机电成套项目工程设计 52.机械设计典例

目 录

第 21 篇 轴及轴毂联接

第 1 章 轴	3	1.1 键联接的类型、特点和应	
1 轴的分类	3	用	43
2 轴的毛坯与材料	4	1.2 键的选择和键联接的强度	
3 直轴	5	计算	43
3.1 轴的结构设计	5	1.3 键联接的尺寸系列、公差配合和	
3.2 轴的强度计算	9	表面粗糙度	46
3.3 轴的刚度计算	21	2 花键联接	60
3.4 轴的振动与临界转速	30	2.1 花键联接的类型、特点和	
3.5 转轴设计流程	32	应用	60
4 曲轴	33	2.2 花键联接的强度校核计算	60
4.1 曲轴的结构	33	2.3 矩形花键联接	60
4.2 曲轴的强度计算	35	2.4 渐开线花键联接	63
5 软轴	38	3 过盈联接	77
5.1 软轴的类型和用途	38	3.1 类型、特点和应用	77
5.2 软轴的结构和规格	39	3.2 圆柱面过盈联接	77
5.3 软轴的选择和使用	41	3.3 圆锥面过盈联接	84
第 2 章 轴毂联接	43	3.4 胀套联接	86
1 键联接	43	4 成型联接	92
		参考文献	93

第 22 篇 联接与紧固

第 1 章 螺纹联接	97	螺柱的性能等级	110
1 基本类型及应用	97	6.2 碳钢、合金钢螺母的性能等	
2 螺纹联接的预紧及其控制	97	级	110
2.1 预紧力 F' 的确定与选取	97	6.3 紧定螺钉的材料及性能等级	119
2.2 预紧力与拧紧力矩的关系	98	6.4 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱的材	
2.3 预紧力控制	99	料及性能等级	120
2.4 螺栓组联接的预紧	101	6.5 不锈钢螺母的材料及性能等	
3 螺纹联接的防松	101	级	122
4 螺栓组联接的设计	106	6.6 有色金属螺栓、螺钉、螺柱和螺	
4.1 螺栓组联接的结构设计	106	母的材料及性能等级	123
4.2 螺栓组联接的受力分析	107	6.7 自攻螺钉的材料及机械性能	126
5 单个螺栓的强度计算	108	6.8 自挤螺钉的材料及机械性能	126
6 螺纹紧固件的常用材料及性能等		6.9 螺纹紧固件材料的选择	127
级	110	7 扭剪型高强度螺栓联接	128
6.1 碳钢、合金钢螺栓、螺钉和		8 螺栓联接的可靠性设计	130

9 螺纹联接的标准元件	133	4 常用铆钉标准元件	173
9.1 螺栓和螺柱	133	第 4 章 焊接	181
9.2 螺钉	135	1 焊接方法代号	181
9.3 螺母	137	2 焊接的类型、特点和应用	181
9.4 垫圈及挡圈	140	3 常用材料的焊接性	183
第 2 章 销联接	142	4 焊缝符号及其表示方法	186
1 销联接的类型、特点和应用	142	4.1 焊缝图示法	186
2 销的选择和联接强度校核	144	4.2 焊缝符号	186
3 销联接的标准元件	145	4.3 焊缝符号应用实例	193
3.1 圆柱销	145	5 焊缝的基本型式与尺寸	195
3.2 圆锥销	154	6 焊接接头的型式与强度计算	209
3.3 开口销和销轴	157	6.1 接头的基本型式	209
3.4 槽销	159	6.2 接头的静载强度计算	210
第 3 章 铆接	168	6.3 焊接接头疲劳强度的计算	217
1 铆接的类型、特点和应用	168	第 5 章 胶接	218
2 铆缝形式	168	1 胶接的特点和应用	218
3 铆接接头的结构设计及强度计算	168	2 常用胶粘剂	218
3.1 铆接中的元件	168	3 胶接接头设计和胶接工艺	230
3.2 钢结构件铆接的结构参数	171	3.1 接头类型	230
3.3 有色金属或异种材料铆接的结 构参数	171	3.2 胶接接头结构选择	232
3.4 铆缝的强度计算	172	3.3 胶粘剂的选择	235
3.5 结构设计注意事项	173	3.4 胶接工艺	236
		参考文献	239

第 23 篇 弹 簧

第 1 章 弹簧的类型及其特性	243	3.5 大螺旋升角圆柱螺旋压缩弹 簧的设计计算	255
1 弹簧的基本特性	243	3.6 对中方法	256
1.1 刚度与特性线	243	3.7 压力调整结构	257
1.2 变形能	243	3.8 圆柱螺旋压缩弹簧的典型图 样	257
1.3 减振与缓冲能力	244	3.9 标准圆柱螺旋压缩弹簧	258
1.4 固有频率	244	4 圆柱螺旋拉伸弹簧	269
1.5 弹簧系统受迫振动的振幅	244	4.1 结构设计	269
2 弹簧的类型	245	4.2 设计计算公式	271
第 2 章 圆柱螺旋弹簧	250	4.3 圆柱螺旋拉伸弹簧的典型图 样	271
1 圆柱螺旋弹簧的特性线	250	4.4 标准圆柱螺旋拉伸弹簧	271
2 圆柱螺旋弹簧的主要标准尺寸	250	5 圆柱螺旋扭转弹簧	274
3 圆柱螺旋压缩弹簧	251	5.1 结构设计	274
3.1 结构设计	251	5.2 设计计算	274
3.2 设计计算公式	251	5.3 组合扭转弹簧的设计计算	274
3.3 受循环载荷的圆柱螺旋弹簧的 强度校核	251		
3.4 稳定性验算	254		

5.4 圆柱螺旋扭转弹簧的安装示 例	276	1.3 设计计算	288
6 受激振载荷的圆柱螺旋弹簧	277	2 截锥螺旋压缩弹簧	289
6.1 固有频率和当量质量	277	2.1 弹簧的特性	289
6.2 强度计算	277	2.2 变形与强度计算	290
7 受冲击载荷的圆柱螺旋弹簧	278	3 中凹和中凸形螺旋弹簧	291
8 圆柱螺旋弹簧的可靠性设计	278	3.1 几何参数	292
8.1 概率设计	278	3.2 有簧圈接触前的变形和应力	292
8.2 可靠度计算中的均值和标准 离差	278	3.3 簧圈接触后的变形和强度计 算	292
9 螺旋弹簧的许用应力	279	4 截锥涡卷螺旋弹簧	292
第3章 多股螺旋弹簧	280	第6章 非圆柱螺旋弹簧	294
1 多股螺旋弹簧的类型与特性	280	1 矩形柱螺旋压缩弹簧	294
1.1 类型	280	1.1 矩形柱螺旋弹簧的几何尺寸 关系	294
1.2 结构	280	1.2 矩形柱螺旋弹簧的设计计算	294
1.3 特性	280	2 椭圆柱螺旋压缩弹簧	295
2 无中心股多股螺旋压缩弹簧	281	2.1 椭圆柱螺旋弹簧的几何尺寸 关系	295
2.1 钢索结构尺寸关系	281	2.2 椭圆柱螺旋弹簧的设计计算	295
2.2 参数选取	281	3 卵形柱螺旋压缩弹簧	296
2.3 设计计算	282	3.1 卵形柱螺旋弹簧的几何尺寸 关系	296
2.4 无中心股多股螺旋压缩弹簧几 何尺寸系列	283	3.2 卵形柱螺旋弹簧的设计计算	296
3 有中心股多股螺旋压缩弹簧	283	第7章 板弹簧	298
3.1 钢索结构尺寸	283	1 板弹簧的类型与结构	298
3.2 设计计算	284	1.1 类型	298
3.3 强度计算	284	1.2 结构	298
4 多股螺旋拉伸弹簧	284	2 单板弹簧的计算	300
5 多股螺旋扭转弹簧	284	3 多板弹簧的计算	300
5.1 变形角	284	3.1 主要参数和尺寸	300
5.2 强度计算	284	3.2 计算公式	300
5.3 参数选取	284	3.3 尺寸与参数的确定	302
6 材料和许用应力	284	3.4 各板片工作应力和自由状态下 的曲率半径	302
第4章 圆柱组合螺旋压缩弹簧	285	4 变刚度和变截面板弹簧的计算	304
1 等变形并列式组合压缩弹簧	285	4.1 变刚度板弹簧的计算	304
1.1 尺寸参数关系	285	4.2 变截面板弹簧的计算	305
1.2 径向间隙	286	5 板弹簧的材料和许用应力	305
1.3 强度计算	286	5.1 材料	305
2 不等变形并列式组合压缩弹簧	286	5.2 许用应力	305
3 直列式组合压缩弹簧	287	第8章 碟形弹簧	306
第5章 非线性特性线螺旋弹簧	288	1 碟形弹簧的类型与特点	306
1 不等节距圆柱螺旋压缩弹簧	288	1.1 碟片的几何参数	306
1.1 弹簧的变形	288	1.2 类型	306
1.2 弹簧的刚度	288		

1.3 特点	307
2 碟形弹簧载荷与变形的关系	307
2.1 单片碟簧载荷刚度和变形能与变形的关系	307
2.2 碟簧的特性线	307
3 组合碟形弹簧	309
3.1 组合方式与特性	309
3.2 摩擦力对组合碟簧特性线的影响	310
3.3 组合碟形弹簧设计中应注意的问题	310
4 碟形弹簧的强度计算	311
4.1 应力计算	311
4.2 强度和许用应力	311
4.3 蠕变和松弛	312
5 碟形弹簧的选用	312
5.1 碟形弹簧的系列、尺寸及参数	313
5.2 标记	316
5.3 技术要求	316
6 碟形弹簧的设计	316
6.1 主要参数的选取	316
6.2 设计步骤	317
7 碟形弹簧的材料	317
8 其他类型碟形弹簧	317
8.1 梯形截面碟形弹簧	317
8.2 锥状梯形截面碟形弹簧	318
8.3 圆板弹簧	318
第9章 环形弹簧	321
1 环形弹簧的结构和特性	321
1.1 结构	321
1.2 特性	321
1.3 应用	321
2 参数选择与几何尺寸计算	321
3 应力计算	322
3.1 受力分析	322
3.2 外环的应力计算	322
3.3 内环的应力计算	322
4 变形计算	323
5 材料与许用应力	323
6 环形弹簧参数荐用值	323
第10章 片弹簧、线弹簧、弹性挡圈和弹簧垫圈	324
1 片弹簧	324

1.1 分类与特点	324
1.2 直片弹簧	324
1.3 弯片弹簧	326
1.4 变刚度片弹簧	328
1.5 同时受轴向和横向载荷作用的片弹簧	329
1.6 片弹簧的材料和许用应力	329
2 线弹簧	330
2.1 圆弧与直线构成的线弹簧	330
2.2 圆弧形线弹簧	331
3 弹性挡圈	331
4 弹簧垫圈	332
第11章 平面涡卷弹簧	333
1 平面涡卷弹簧的结构、特点和用途	333
1.1 平面涡卷弹簧的特点和应用	333
1.2 平面涡卷弹簧的端部固定结构	333
2 平面涡卷弹簧载荷与变形的关系	334
2.1 非接触型平面涡卷弹簧载荷与变形的关系	334
2.2 接触型平面涡卷弹簧载荷与变形的关系	334
3 平面涡卷弹簧的设计计算	335
3.1 非接触型平面涡卷弹簧的设计计算	335
3.2 接触型平面涡卷弹簧的设计计算	336
4 定载荷和定转矩平面涡卷弹簧	337
5 平面涡卷弹簧的材料和许用应力	337
6 平面涡卷弹簧的技术要求	337
6.1 材料尺寸系列	337
6.2 各尺寸与几何参数的允许偏差	337
第12章 扭杆弹簧	339
1 扭杆弹簧的结构、类型和应用	339
2 扭杆弹簧变形与载荷的关系	339
3 扭杆的设计计算	340
4 扭杆弹簧的端部结构和有效工作长度	341
4.1 端部结构	341
4.2 扭杆的有效工作长度	342
5 扭杆弹簧的材料和许用应力	342
5.1 扭杆弹簧的材料	342

5.2 扭杆的许用应力	342	3.2 铜合金带材	370
6 扭杆弹簧的技术要求	342	4 镍及其合金	372
第 13 章 仪器用弹性元件	344	4.1 线材	373
1 膜片与膜盒	344	4.2 带材	373
1.1 膜片与膜盒的类型和特性	344	5 金属弹簧材料的选择	374
1.2 常用仪表要求的膜片特性 线	346	第 16 章 橡胶弹簧	377
1.3 膜盒的特性	346	1 橡胶弹簧的类型和弹性特性	377
2 膜片的设计计算	346	1.1 橡胶弹簧的类型	377
2.1 平面膜片的特性计算	346	1.2 橡胶元件的变形计算	377
2.2 波纹膜片的特性计算	347	2 橡胶弹簧的静刚度计算	378
2.3 按给定的特性线计算膜片	348	2.1 橡胶弹簧的静刚度计算式	378
2.4 膜片的牵引力	349	2.2 衬套式橡胶弹簧挤缩加工的影 响	382
3 膜片的材料	349	2.3 橡胶弹簧的相似法则	382
第 14 章 压力弹簧管	350	3 橡胶弹簧的动态性能	382
1 压力弹簧管的类型和特性	350	4 橡胶弹簧的许用应力	382
1.1 压力弹簧管的类型	350	5 橡胶弹簧的设计	383
1.2 压力弹簧管的特性	350	5.1 材料选择	383
2 压力弹簧管的设计计算	352	5.2 橡胶弹簧的形状和结构设 计	384
2.1 单圈薄壁弹簧管的计算	352	6 橡胶-金属螺旋复合弹簧	384
2.2 单圈厚壁弹簧管的计算	353	第 17 章 空气弹簧	386
2.3 异形截面弹簧管的计算	353	1 空气弹簧的特点	386
2.4 螺旋形和平面涡卷形弹簧管的计 算	354	2 空气弹簧的结构和类型	386
3 压力弹簧管的材料	354	3 空气弹簧的刚度计算	387
第 15 章 金属弹簧材料及其性能	355	3.1 空气弹簧的有效面积	387
1 弹簧钢	355	3.2 空气弹簧的垂直刚度	387
1.1 热轧弹簧钢	356	3.3 空气弹簧的横向刚度	387
1.2 冷拔钢丝和冷轧钢带	358	4 带附加气室的空气弹簧的阻 尼	389
1.3 冷拔强化钢丝和冷轧强化钢 带	360	5 空气弹簧的强度计算	390
2 弹性合金	367	6 空气弹簧的产品标准	390
2.1 高弹性合金	367	7 液力-空气弹簧(压缩气弹簧)	390
2.2 弹性元件用合金	367	7.1 (压缩)气弹簧	391
3 铜合金	368	7.2 可锁定气弹簧	392
3.1 铜合金线材	369	参考文献	393

第 24 篇 滚动轴承

第 1 章 滚动轴承的分类与代号

方法

1 滚动轴承的分类	397
1.1 结构类型分类	397
1.2 尺寸大小分类	397

2 滚动轴承的代号方法	397
2.1 基本代号	398
2.2 前置、后置代号	406
2.3 带附件轴承代号	413
2.4 非标准轴承代号	413

2.5 带座外球面球轴承代号	414	度	462
第2章 滚动轴承的选择和设计		4.7 轴承与轴和外壳配合的间隙或过盈数值表	462
计算	419	5 滚动轴承游隙的选择	474
1 滚动轴承的选用程序	419	6 滚动轴承的预紧	480
2 滚动轴承类型的选择	419	6.1 定位预紧	480
3 滚动轴承的尺寸选择	425	6.2 定压预紧	481
3.1 基本概念	425	6.3 径向预紧	481
3.2 根据额定动载荷选择轴承尺寸	426	6.4 实现轴向预紧的方法	481
3.3 按额定静载荷选择轴承尺寸	439	7 滚动轴承密封	482
3.4 滚动轴承磨损寿命的计算	441	7.1 接触式密封	482
3.5 滚动轴承最小轴向载荷和最小径向载荷的计算	443	7.2 非接触式密封	483
4 滚动轴承的极限转速计算	445	7.3 密封结构示例	484
5 设计计算实例	445	8 滚动轴承的润滑	488
第3章 滚动轴承的应用设计	447	8.1 润滑的作用和润滑剂的选择	488
1 轴承组件设计的制约条件	447	8.2 脂润滑	489
2 滚动轴承的支承结构	447	8.3 油润滑	492
2.1 选择支承结构形式应考虑的问题	447	9 滚动轴承的安装与拆卸	494
2.2 支承结构的基本类型	448	9.1 轴承的安装	494
2.3 轴支承的三种基本组合形式	449	9.2 轴承的拆卸	496
2.4 常见的支承结构	450	第4章 常用滚动轴承的主要尺寸和性能参数	498
2.5 典型的轴承配置形式	452	1 深沟球轴承	498
3 滚动轴承的轴向紧固装置	453	2 调心球轴承	506
3.1 滚动轴承的轴向变位和固定	453	3 圆柱滚子轴承	512
3.2 几种常用的轴向紧固装置	453	4 调心滚子轴承	531
3.3 常见的轴承内、外圈固定方式	454	5 圆锥滚子轴承	540
4 滚动轴承公差与配合的选择	455	6 角接触球轴承	549
4.1 滚动轴承的配合特点	455	7 滚针轴承	553
4.2 轴承与轴和外壳配合的常用公差带	456	8 推力球轴承	555
4.3 滚动轴承公差等级的选择	456	9 推力滚子轴承	560
4.4 滚动轴承配合的选择	458	9.1 推力调心滚子轴承	560
4.5 配合表面及端面的形状和位置公差	462	9.2 推力圆柱滚子轴承	562
4.6 配合表面及端面的粗糙度		9.3 推力圆锥滚子轴承	563
		10 带座外球面球轴承	563
		11 滚动轴承座	588
		12 滚动轴承附件	594
		12.1 偏心套	594
		12.2 紧定套	595
		12.3 退卸衬套	599
		参考文献	604

第 25 篇 滑动轴承

第 1 章 滑动轴承的类型及其选择 608

- 1 滑动轴承的类型 608
- 2 各种轴承的性能比较 609
- 3 滑动轴承型式的选择 610
- 4 滑动轴承的基本形式 610
- 5 滑动轴承的设计 612
 - 5.1 滑动轴承参数 612
 - 5.2 滑动轴承设计方法 612

第 2 章 滑动轴承材料 614

- 1 对滑动轴承轴瓦材料的要求 614
- 2 滑动轴承常用轴瓦材料及其性能 614
 - 2.1 金属轴瓦材料 614
 - 2.2 粉末冶金轴瓦材料 614
 - 2.3 非金属轴瓦材料 614

第 3 章 压力供油径向圆形轴承和

部分瓦轴承 621

- 1 供油槽与供油装置 621
- 2 稳态性能计算 621
 - 2.1 承载能力 621
 - 2.2 流量 622
 - 2.3 摩擦功耗 624
 - 2.4 温升 625
 - 2.5 偏位角 626
- 3 稳定性计算 626
- 4 参数选择 627
 - 4.1 宽径比 $\bar{B}$ 627
 - 4.2 相对间隙 Ψ 628
 - 4.3 润滑油黏度 η 628
 - 4.4 最小油膜厚度的极限值 $h_{2\min}$ 628
 - 4.5 润滑油温度 629
- 5 供油槽设计 629
 - 5.1 轴向油槽 629
 - 5.2 周向油槽 630
- 6 表面粗糙度的确定 630

第 4 章 曲轴轴承 632

- 1 流体动力润滑条件 632
 - 1.1 曲轴轴承的载荷 632
 - 1.2 润滑计算 632
 - 1.3 改善动力润滑性能的措施 632
- 2 材料选择 632

- 2.1 衬层材料的性质及其选择 632

- 2.2 衬层的厚度 633

- 2.3 镀覆层材料 633

3 润滑剂供给系统 633

- 3.1 轴瓦上的油槽与油孔 633

- 3.2 流量计算 634

- 3.3 管（通）道口径 634

- 3.4 供油压力 634

- 3.5 油的过滤 634

4 轴瓦及相关零件的设计、公差与表面

- 粗糙度 634

- 4.1 轴瓦结构 634

- 4.2 轴瓦挤缩量 634

- 4.3 轴承座螺栓 365

- 4.4 轴承座的公差与表面粗糙度 635

- 4.5 轴瓦在轴承座上的定位 635

- 4.6 轴瓦的标准尺寸 635

第 5 章 浮环轴承 639

- 1 浮环轴承的计算 639

- 1.1 承载能力 639

- 1.2 流量与摩擦功耗 639

- 2 两层油膜的偏心率 639

- 3 浮动环的转速 639

第 6 章 多油楔径向轴承 641

- 1 几何参数 641

- 2 参数选择 641

- 2.1 油楔数 Z 641

- 2.2 半径间隙 c^* 641

- 2.3 半径楔隙 c 642

- 2.4 楔形度 s/c 642

- 3 椭圆轴承 642

- 4 固定瓦多油楔径向轴承 645

- 4.1 迭代法 646

- 4.2 近似算法 646

- 5 可倾瓦多油楔径向轴承 648

- 5.1 半径间隙 648

- 5.2 油膜厚度 648

- 5.3 支承位置 648

- 5.4 几何尺寸 648

- 5.5 性能计算 649

第7章 脂、油绳和滴油润滑径向

轴承 652

- 1 主要参数选取 652
 - 1.1 最小油膜厚度的极限值 652
 - 1.2 表面粗糙度 652
 - 1.3 轴承半径间隙 652
 - 1.4 宽径比 652
 - 1.5 润滑剂 652
- 2 轴承性能计算 653
 - 2.1 承载能力 653
 - 2.2 润滑油流量 653
 - 2.3 摩擦功耗 654
 - 2.4 轴承温度 655
- 3 油槽形式与尺寸 655
 - 3.1 油槽的形式 655
 - 3.2 油槽的形状和尺寸 655
- 4 适宜的工作区域 656
- 5 计算程序 656

第8章 液体动压止推轴承 659

- 1 主要参数选择 659
 - 1.1 内外径比 D_o/D_i 659
 - 1.2 宽长比 B/L 659
 - 1.3 瓦块数 Z 659
 - 1.4 填充因子 K_k 659
 - 1.5 最小油膜厚度极限值 h_{2min} 659
 - 1.6 润滑方式与润滑油温度 659
- 2 平面固定瓦止推轴承 660
- 3 斜-平面固定瓦止推轴承 660
 - 3.1 确定轴承几何尺寸 661
 - 3.2 油温与流量的计算 661
 - 3.3 校核计算 661
- 4 阶梯面固定瓦止推轴承 664
- 5 可倾瓦块止推轴承 664
 - 5.1 可倾瓦块的支承方式 664
 - 5.2 瓦块支承位置 665
 - 5.3 瓦块尺寸的选取 665
 - 5.4 性能计算 666

第9章 液体静压轴承 668

- 1 静压轴承系统 668
- 2 节流器及其流量 668

2.1 节流器的类型与特性 668

2.2 节流器的流量计算 668

3 油垫及其流量 668

3.1 油垫结构类型 668

3.2 油垫的流量公式 671

4 性能计算 672

4.1 承载能力 672

4.2 油膜刚度 672

4.3 功耗 672

4.4 温升 673

5 主要参数选择 673

5.1 压力比 $\bar{p}$ 673

5.2 节流器节流尺寸计算 673

5.3 润滑油黏度 673

5.4 设计间隙 673

5.5 供油压力 673

5.6 宽径(长宽)比 673

5.7 封油面宽度 673

6 单向止推轴承(单向平面油垫) 674

6.1 管式、缝式和小孔节流单向止推轴承(单向平面油垫) 674

6.2 定量泵、定量阀单向止推轴承 676

6.3 薄膜单向反馈节流单向止推轴承 676

7 双向止推轴承(对向平面油垫) 678

7.1 缝式、管式和小孔节流双向止推轴承(对向等平面油垫) 678

7.2 滑阀反馈节流、薄膜反馈节流双向止推轴承(对向等平面油垫) 680

7.3 对向斜平面油垫 681

8 径向轴承 682

8.1 层流判据 682

8.2 垫式径向轴承 682

8.3 腔式径向轴承 683

9 径向止推轴承 687

9.1 H形轴承 687

9.2 锥形轴承 689

9.3 球面轴承 692

10 液体静压径向轴承的动态特性 694

第10章 动静压径向轴承 696

1 静压升举轴承 696

2 小油腔腔式径向轴承 697

3 无腔径向轴承	698	1.1 气体静压轴承的节流器	728
3.1 纯静压承载能力	699	1.2 气体静压径向轴承	729
3.2 动静压混合承载能力	699	1.3 气体静压止推轴承	732
3.3 参数选择	700	1.4 气体静压轴承的稳定性	734
4 阶梯腔径向轴承	701	1.5 供气装置与轴承材料	734
4.1 无节流器阶梯腔径向轴承	701	2 气体动压轴承	735
4.2 有节流器阶梯腔径向轴承	701	2.1 螺旋槽型径向轴承	735
第 11 章 含油轴承	703	2.2 螺旋槽型止推轴承	736
1 粉末冶金含油轴承	703	3 气体动压轴承材料与加工	737
1.1 参数选择	703	3.1 轴承材料	737
1.2 润滑与润滑油	704	3.2 加工及其精度	737
1.3 许用载荷	706	第 15 章 箔轴承	739
1.4 粉末冶金含油轴承轴套的型式 与尺寸	706	1 拉伸型箔轴承	739
2 铸铜合金含油轴承	708	1.1 单叶动压箔轴承	739
3 成长铸铁含油轴承	708	1.2 柱面形静压箔轴承	740
4 聚合物含油轴承	708	2 弯曲型箔轴承	741
4.1 聚合物含油轴承的特性	708	2.1 径向轴承	742
4.2 含油酚醛轴承	709	2.2 止推轴承	746
5 青铜石墨含油轴承	710	3 悬臂型箔轴承	746
第 12 章 固体润滑轴承	712	3.1 径向轴承	746
1 固体润滑剂的种类与特性	712	3.2 止推轴承	747
1.1 固体润滑剂的种类	712	第 16 章 轴瓦型式与尺寸的标准、 轴承座	749
1.2 固体润滑剂的性能	712	1 轴瓦型式与尺寸的标准	749
2 固体润滑轴承的类型	714	1.1 卷制轴套	749
2.1 覆膜轴承	714	1.2 整体轴套	751
2.2 烧结轴承	716	1.3 粉末冶金轴套	752
2.3 浸渍复合轴承	716	1.4 止推垫圈	756
2.4 镶嵌轴承	717	2 轴承座	757
3 固体润滑轴承的设计与计算	717	2.1 整体有衬正滑动轴承座	757
第 13 章 无润滑轴承	719	2.2 对开式二螺柱正滑动轴承座	758
1 无润滑轴承的材料与结构	719	2.3 对开式四螺柱正滑动轴承座	759
1.1 轴瓦材料	719	2.4 对开式四螺柱正斜滑动轴承 座	760
1.2 轴瓦结构	722	第 17 章 关节轴承	761
1.3 轴瓦安装	722	1 关节轴承的分类	761
2 无润滑轴承的计算与设计准则	722	1.1 分类	761
2.1 设计准则	722	1.2 代号	761
2.2 单位面积载荷与速度的计 算	725	1.3 结构型式和特点	763
2.3 设计参数及其选择	725	1.4 关节轴承的配合	767
3 设计程序	727	1.5 配合表面的粗糙度和形位公 差	768
第 14 章 气体轴承	728		
1 气体静压轴承	728		