

机械设计手册

MACHINE DESIGN
HANDBOOK

机械工业出版社

4

机械设计手册

第 4 卷

主 编 徐 灏

副 主 编 邱宣怀 蔡春源

汪 恺 余 俊

主编助理 王 超 樊文萱 方昆凡



机械工业出版社

9210008

该手册是为了满足广大读者强烈要求组织编写出版的。该书内容新、系统、全面。包括了所有现代设计和常规设计方法，数据、图表丰富，实用性强。全书共42篇，分5卷陆续出版。

本卷是机械零、部件设计的第二部分，内容包括轴、滑动轴承、滚动轴承、联轴器、离合器、制动器、弹簧、搬运零件和操作件、压力容器和管路、密封、机架零件、包装设计及安全运输、机器基础等。提供零、部件设计所必需的设计方法、公式，合理结构、技术数据，供有关技术人员查阅使用。

03
D-190/H6

机械设计手册

第4卷

主 编 徐 灏
副 主 编 邱宣怀 蔡春源
汪 恺 余 俊
主编助理 王 超 樊文萱 方昆凡

*
责任编辑：张继统 陈国威 李骏带 张秀恩 辛 宁

版式设计：张世琴 封面设计：郭景云
责任校对：熊天荣 肖新民 责任印制：王国光

*
机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*
开本 787×1092^{1/16}·印张 113^{3/4}·插页 5·字数 3549千字

1991年9月北京第一版·1991年9月北京第一次印刷

印数 00,001—35,000·定价：62.00元

*
ISBN 7-111-02389-7/TH·410

000000

前 言

《机械设计手册》是继《机械工程手册》之后出版的一部大型机械设计专业技术工具书。

机械工业担负着向国民经济各部门，包括工业、农业和社会生活各个方面提供各种性能先进、价格低廉、使用安全可靠的技术装备的任务，所以在现代化建设中是举足轻重的。市场竞争的生命力在于产品的水平。任何科技成果要转变为有竞争力的商品，设计起着关键性的作用。机械设计是机械产品研制的第一道工序，设计工作的质量和水平，直接关系到产品质量、性能、研制周期和技术经济效益。工业发达国家都十分重视产品设计：日本认为，工业发达是企业对产品设计高度重视的结果；美国认为，设计是一本万利的事，对产品设计投资1美元，带来的利润却是1500美元；英国认为，产品设计是英国工业的命脉，英国工业革新必须以设计为中心，始终应把产品设计作为企业的头等大事，应时常探索研究使产品设计尽善尽美；法国认为，设计是工业的生命，要培养超一流设计大师，要大胆启用有才华有实践工作经验的设计人员。

这里，有必要回顾一下机械和机械设计发展的历史。机械的发明和发展，是先由几种简单工具开始的。石器时代的石刀、石斧，只是为了能省力或便于用力。后来发展到利用杠杆原理制作灌溉或扬水用的桔槔，利用滑轮原理制作重物提升用的辘轳等简单机械。这些机械所需的原动力是直接出自人的本身。为了省力和扩大力，开始时利用牲畜力，后来利用风力和火力。待到18世纪60年代发明了蒸汽机，作为动力带动了纺织机、磨粉机、鼓风机、工作母机和铁路机车，促进了冶金、轮船和火车等工业的发展。到19世纪60年代，出现了第一台直流发电机，到19世纪80年代，研制成功了交流发电机和交流电动机，20世纪初，电动机已在工业生产中取代了蒸汽机，成为驱动各种工作机械的基本动力。电气技术的应用，使机械工业得到了高速的发展。工业的发展，要求围绕机械设计制造的基础理论和设计方法，能适应当时机械工业的形势。到18~19世纪，材料科学、结构力学、弹性力学、流体力学、热力学、制图和公差等，都分别发展成为一门独立学科。但由于机械设计的复杂性，还需将这些学科在应用于设计时作某些简化假设，再加上设计人员的经验，逐渐形成了一整套机械设计方法。在这套设计方法中，要应用一些经验设计方法、经验设计公式和经验系数等，称之为常规设计或传统设计。

1946年世界上第一台电子数字计算机诞生。经历了电子管、半导体、集成电路和大型集成电路的发展，电子计算机在机械设计中已广为采用。电子计算机的发展，使有限元法、优化设计和计算机辅助设计等成为可能。加上材料科学、计算力学、摩擦学和设计理论等的发展，逐渐形成了一套现代设计理论和方法。现代设计的特点为：（1）从静态设计到动态设计；（2）从单项设计指标到综合设计指标；（3）从常规设计到精确设计；（4）从手算设计到广泛应用计算机的设计。常规设计是不可缺少的，但对于培养具有更广阔视野的设计人员来说显得非常不够。近二、三十年，设计方法更为科学化、系统化、完善化和现代化了，虽然如此，常规设计仍然是重要基础。

由于机械产品品种繁多，除一些重要的机械产品（如机床等）有专业手册，加上综合性的《机械工程手册》外，编写一部能统贯整个机械设计领域，主要写机械设计共性内容，具

IV 前 言

有现代设计水平,实用性强,为机械设计学科领域的机械设计人员、科研和教学工作者查阅使用的《机械设计手册》,实属当务之急。为此,机械工业出版社于1985年冬着手组织全国专家、学者进行《机械设计手册》的编写工作。

本手册是在现代设计方法在我国经历了宣传普及阶段并在设计中初步取得成果、新的设计标准规范陆续制订公布的有利时机完成编写工作的。在制订编写提纲过程中,广泛听取了各方面的意见,将设计作为一个整体来考虑,不仅要考虑强度和润滑等常规设计注意的问题,还要考虑便于制造、技术经济指标合理和美观等方面,贯彻“四性”(实用性、整体性、科学性、先进性)精神,立足于80年代机械设计水平进行编写。手册中的计量单位一律采用国家法定计量单位,原有的数据单位,还没换成法定单位的,我们一律换算成法定单位。标准均为现行标准。

本手册共有42篇,分5卷出版。第1卷共7篇。第1篇机械设计总论,对机械设计的地位、设计遵循原则、设计的内容和设计方法作战略性的描述,使读者对机械设计有整体性理解。后面6篇是机械设计的基础理论和基本数据,各篇尽量用较小的篇幅写出覆盖面广的现代设计所需的实用内容。第2卷共10篇,是现代设计理论和设计方法。其中第8篇机构及机械系统设计,是机械设计的第一步骤,它是方案设计的主要内容。考虑到现代设计中的计算机应用,故以数值解法为主,代替了传统的图解法。第9篇造型设计和人机工程,介绍机械设计中如何考虑机器的形体和色彩,如何考虑操作者的人体尺寸、出力大小和视力范围等。第10篇价值工程,介绍机械设计中技术经济指标的计算以及评价和决策。下面几篇疲劳强度设计、蠕变设计、可靠性设计、优化设计、计算机辅助设计,都是一些现代设计方法。第16篇是计算机辅助设计所用的“数据库”,第15篇是与现代设计密切相关的“失效分析和故障诊断”。这些篇大多是现有手册中没有的,个别篇虽然少数手册中有类似的篇名,但本手册是从现代设计的要求出发进行编写,内容新而且深入。第3卷共8篇,第4卷共11篇,是机械零部件设计部分。虽然其中大部分篇名,在一些机械设计手册中也有,但本手册采用了最新的标准规范,尽量与现代设计相结合,所以各篇中都有一些内容,甚至整篇内容在一般手册中是没有的。一些重要的设计计算,另备有设计软件包。第5卷共6篇,是各种传动、机械自动化和工业机器人。其中工业机器人是机电仪一体化的典型产品,作为本手册的终篇,对贯彻本手册编写意图是有深刻含意的。为与本手册精神相一致,工业机器人也只写其共性部分。

《机械设计手册》是一部千万字的巨著,参加编写人员近200名,组织工作繁重。为了统一编写精神,经多次讨论确定了编写体例,按篇确定主编,由主编提出编写人员,召开编写会,审查各篇的编写提纲,按篇确定2~4位审稿人,初稿完成后送审,审稿意见与编写人见面,共同商量改稿意见,在此基础上,部分篇召开了审稿会。待到条件成熟,按卷召开定稿会。所以,本手册的出版,是在国内大专院校、科研院所和工厂的教授、研究人员和工程师的积极参加下完成的,并得到机械工业出版社、机械电子工业部科技司和东北工学院等单位的大力支持,这是本手册能够在较短的时间内从组织编写到出书的有力保证,在此谨向大家表示诚挚的感谢,并衷心希望广大读者提出批评意见,使本手册在修订时能有所改进。

徐 灏

1988年11月

目 录

第26篇 轴

第1章 概 述

- 1 轴的种类和特点3
- 2 轴的常用材料3

第2章 轴的结构设计

- 1 轴上零件的固定6
 - 1.1 轴上零件的轴向固定6
 - 1.2 轴上零件的周向固定8
- 2 采用合理结构措施提高轴的疲劳强度10
- 3 轴的加工和装配工艺性10
- 4 轴的典型结构举例12

第3章 轴的强度

- 1 按扭矩估算14
- 2 按弯扭合成力矩近似计算14
- 3 安全系数校核计算15
 - 3.1 轴的疲劳强度安全系数校核15
 - 3.2 轴静强度的安全系数校核19
- 4 轴的强度计算实例24

第4章 轴的刚度

- 1 轴的扭转变形计算27
- 2 轴的弯曲变形计算27
 - 2.1 当量直径法28

- 2.2 能量法28
- 3 轴的刚度计算实例30

第5章 钢丝软轴

- 1 软轴的结构型式和规格33
 - 1.1 常用软轴的结构型式33
 - 1.2 钢丝软轴的结构与规格34
 - 1.3 软管的结构与规格34
 - 1.4 软轴接头及联接35
 - 1.5 软管接头及联接36
 - 1.6 防逆转装置36
- 2 软轴的选择和使用36
 - 2.1 软轴的选择36
 - 2.2 软轴使用时注意事项37

第6章 低速曲轴

- 1 曲轴的结构设计38
 - 1.1 曲轴的设计要求38
 - 1.2 曲轴的结构38
 - 1.3 提高曲轴强度的工艺措施40
- 2 曲轴的受力分析与计算40
 - 2.1 曲轴的受力分析40
 - 2.2 曲轴应力集中系数的计算41
 - 2.3 曲轴的强度计算42
 - 2.3.1 曲轴的静强度校核42
 - 2.3.2 曲轴的疲劳强度校核43

第27篇 滑动轴承

第1章 滑动轴承的类型和选择

- 1 滑动轴承分类3
- 2 滑动轴承性能比较4
- 3 径向动压轴承和止推轴承的基本形式6
- 4 常用滑动轴承材料的许用值8

- 5 滑动轴承材料的性能10
- 6 滑动轴承设计资料11
- 7 滑动轴承的选择12

第2章 液体动压径向轴承

- 1 性能计算13
 - 1.1 承载能力13
 - 1.2 流量13

VI 目 录

1.2.1 轴向油槽的供油量	13
1.2.2 中间周向油槽的供油量	13
1.3 摩擦功耗	13
1.4 温升	13
2 参数选择	18
2.1 宽径比 B/D	18
2.2 相对间隙 ψ	24
2.3 润滑油粘度 η	24
2.4 最小油膜厚度的极限值 h_{2min}	24
2.5 偏位角 ϕ	26
2.6 润滑油温度	26
3 供油槽设计	26
3.1 供油槽型式的选择	26
3.2 单轴向油槽	26
3.3 双轴向油槽	27
3.4 周向油槽	27
4 表面粗糙度的确定	27
5 计算程序	27

第3章 不完全油膜径向轴承

1 适宜的工作区域	29
2 主要参数	29
3 轴承性能计算	30
3.1 承载能力	30
3.2 供油量	31
3.3 摩擦功耗	32
3.4 工作温度	32
4 计算程序	33

第4章 液体动压多楔径向轴承

1 几何参数	34
2 参数选择	35
2.1 油楔数	35
2.2 最小半径间隙	35
2.3 楔形度	35
3 椭圆轴承	36
4 固定瓦多楔径向轴承	37
4.1 迭代法	37
4.2 近似算法	37
5 可倾瓦多楔径向轴承	41
5.1 半径间隙	41
5.2 油膜厚度	41

5.3 支点位置	41
5.4 几何尺寸	41
5.5 性能计算	42

第5章 液体动压止推轴承

1 参数选择	45
2 斜-平面固定瓦止推轴承	45
3 阶梯面固定瓦止推轴承	47
4 可倾瓦止推轴承	52

第6章 液体静压轴承

1 分类	56
1.1 按供油系统分类	56
1.2 按补偿元件分类	56
1.3 按轴承类型分类	56
1.4 按不同轴承组合分类	58
2 基本公式	58
2.1 流量	58
2.1.1 油垫流量	58
2.1.2 补偿元件流量	60
2.2 承载能力	62
2.3 油膜刚度	62
2.4 摩擦力和摩擦系数	62
2.5 轴承功耗	63
2.6 温升	63
2.7 润滑油粘度	63
2.8 节流器尺寸	63
3 参数选择	63
3.1 宽径比、长宽比	63
3.2 封油面宽度	63
3.3 设计间隙和最小油膜厚度	64
3.4 压力比	64
3.5 供油压力	64
3.6 油腔数目	64
4 单向油垫	64
4.1 毛细管节流、小孔节流单向油垫	64
4.2 定量泵、定量阀单向油垫	64
4.3 单面薄膜反馈节流单向油垫	67
5 对向油垫	69
5.1 毛细管节流、小孔节流对向等油垫	71
5.2 滑阀反馈节流、薄膜反馈节流对	

向等油垫	74
6 径向轴承	75
6·1 腔式轴承	77
6·2 垫式轴承	80
6·3 腔式轴承和垫式轴承的比较	82
6·4 无腔轴承	83
7 H形轴承	86
8 锥形轴承	90
9 球面轴承	90
10 液体静压升举轴承	94
11 液体压膜轴承	95
12 液体动静压混合轴承	95

第7章 磁流体润滑轴承

1 磁流体动压径向轴承	101
1·1 基本方程	102
1·2 无限宽磁流体动压径向轴承性能 计算	102
1·3 有限宽磁流体动压径向轴承性能 计算	104
2 磁流体动压止推轴承	104
3 磁流体静压止推轴承	105
4 磁流体压膜轴承	109
4·1 矩形磁流体压膜轴承	109
4·2 圆盘形磁流体压膜轴承	110

第8章 气体动压轴承

1 气体动压轴承分类	113
2 气体动压径向轴承	114
2·1 光滑圆柱径向轴承	114
2·2 螺旋槽(人字槽)型径向轴承	117
3 气体动压止推轴承	119
3·1 螺旋槽止推轴承	119
3·2 阶梯型和摆动瓦型止推轴承	119
4 气体动压组合型轴承	122
4·1 H型轴承	122
4·1·1 中间通气式H型轴承	122
4·1·2 封闭式H型轴承	123
4·2 球型轴承	123
4·2·1 半球型和背对背半球型轴承	123
4·2·2 整球型轴承	123

4·3 圆锥型轴承	125
5 气体动压轴承的稳定性	126
5·1 平行涡动稳定性校核	126
5·1·1 轴向平行涡动	127
5·1·2 圆周平行涡动	128
5·1·3 背对背半球型轴承平行涡动	129
5·2 锥型涡动稳定性校核	129
6 气体动压轴承材料	129
7 气体动压轴承的几何精度及工艺 方法	130

第9章 气体静压轴承

1 气体静压轴承分类	135
2 气体静压径向轴承	137
2·1 孔式节流型径向轴承	137
2·2 缝式节流型径向轴承	137
3 气体静压止推轴承	140
3·1 孔式节流型止推轴承	140
3·2 缝式节流型止推轴承	140
3·3 径向排气式止推轴承	140
3·4 对置止推轴承	142
4 气体静压球面轴承	143
4·1 中心小孔节流型球面轴承	143
4·2 多孔环面节流型球面轴承	143
4·3 缝式节流型球面轴承	143
5 气体动静压混合型轴承	143
6 气体静压轴承的稳定性	144
6·1 气锤振动	144
6·2 自激涡动	144
7 气体静压轴承的供气装置	145
8 气体静压轴承材料	145
9 气体压膜轴承	146
9·1 气体平板型压膜止推轴承	146
9·2 气体圆柱型径向压膜轴承	147
9·3 气体球型压膜轴承	147
9·4 气体压膜轴承的动态性能	148

第10章 箔轴承

1 弯曲型波沟式箔轴承	153
1·1 基本方程	153
1·2 轴承性能估算	157

目 录

2 拉伸型柔曲式箔轴承	157
2.1 基本方程	157
2.2 轴承性能计算	158
3 静压箔轴承	158
3.1 平面形静压箔轴承	158
3.2 圆头形静压箔轴承	161

第11章 无润滑轴承

1 轴承材料	164
2 设计参数	164
3 摩擦与磨损	166
3.1 摩擦系数	166
3.2 磨损率	166
4 $P-v$ 曲线	168
5 压力和速度的计算	172
6 设计程序	172
7 安装	172

第12章 多孔质金属轴承

1 成分与性能	173
2 含油轴承规格	173
3 设计参数	175
4 润滑与润滑剂	175

第13章 静电轴承

1 无源型静电轴承	178
1.1 静电止推轴承	178
1.2 圆柱形和圆锥形静电轴承	178
1.2.1 承载能力	178
1.2.2 刚度	181
1.3 球形静电轴承	181
1.3.1 正六面体电极	181
1.3.2 圆形电极	182
2 有源型静电轴承	183
3 静电轴承的设计步骤	183

第14章 磁力轴承

1 分类与应用	186
2 无源型磁力轴承	186
2.1 永磁式磁力轴承	186
2.2 激励式磁力止推轴承	191

2.3 激励式磁力径向轴承	192
2.4 激励式磁力锥型轴承	195
3 有源型磁力轴承	196

第15章 宝石轴承

1 结构	199
2 尺寸规格	200
3 性能计算	206

第16章 交叉弹性带挠性支承

1 特性与应用	207
1.1 弹性带上的作用力及其承载能力	207
1.2 扭转弹簧常数	207
1.3 中心偏移	211
2 弹性带的计算	211
2.1 带的材料	211
2.2 弹性带尺寸	212
2.3 最大应力和纵向弯曲的校核	212

第17章 滑动轴承的标准和轴承座

1 滑动轴承的标准	215
1.1 卷制轴套式滑动轴承	215
1.2 铜合金整体轴套式滑动轴承	215
1.3 薄壁轴瓦式滑动轴承	218
1.4 粉末冶金筒形滑动轴承	218
1.5 粉末冶金球形滑动轴承	221
2 滑动轴承轴承座	222
2.1 整体有衬正滑动轴承座	222
2.2 对开式二螺柱正滑动轴承座	223
2.3 对开式四螺柱正滑动轴承座	223
2.4 对开式四螺柱斜滑动轴承座	223

第18章 滑动轴承的损坏与事故

1 滑动轴承的损坏	227
1.1 新轴承的金相组织缺陷	227
1.1.1 衬层和背层接合不良	227
1.1.2 气孔	227
1.1.3 晶粒粗大	227
1.1.4 铅分布不匀	227
1.2 造成轴承损坏的安装和运转因素	227
1.2.1 装配不良	227
1.2.2 外来颗粒	227
1.2.3 腐蚀	228

1.2.4 润滑剂粘度不够和油量不足.....	228	2.7 侵蚀.....	228
2 滑动轴承的损伤类型	228	2.7.1 气蚀.....	228
2.1 刮伤.....	228	2.7.2 流体侵蚀.....	228
2.2 磨粒磨损.....	228	2.7.3 电侵蚀.....	228
2.3 咬粘.....	228	2.7.4 微动磨损.....	228
2.4 疲劳.....	228	3 损伤原因及改善措施	229
2.5 剥离.....	228	4 滑动轴承的状态监测	231
2.6 腐蚀.....	228	参考文献	233

第28篇 滚动轴承

第1章 滚动轴承的分类、代号与特性

1 滚动轴承的分类	3
2 滚动轴承代号	4
2.1 滚动轴承国标代号.....	4
2.1.1 内径代号.....	4
2.1.2 直径系列和宽度系列代号.....	4
2.1.3 类型代号.....	5
2.1.4 结构特点代号.....	6
2.1.5 精度等级代号.....	6
2.1.6 游隙组别代号.....	6
2.1.7 补充代号.....	9
3 滚动轴承的结构型式及特性	9

第2章 滚动轴承的选用

1 滚动轴承的工作特性	20
1.1 负荷能力	20
1.2 速度特性	20
1.3 摩擦特性	21
1.4 调心性	22
1.5 运转精度	22
1.6 振动噪声特性	23
1.7 工作性能比较	23
2 滚动轴承的类型选择	24
3 滚动轴承的精度选择	24
4 滚动轴承的游隙选择	25

第3章 滚动轴承的设计计算

1 滚动轴承的失效形式.....	66
2 疲劳寿命的基本规律.....	66
3 基本额定动负荷.....	66
4 双列或多列轴承的基本额定动负荷.....	68

5 当量动负荷	69
6 变载荷情况下的平均当量动负荷 P_m	71
7 角接触向心轴承的负荷计算	71
8 静不定支承结构的负荷计算	73
9 基本额定寿命	73
10 修正的额定寿命	74
11 基本额定静负荷及当量静负荷 (ISO76:1987).....	74
11.1 基本额定静负荷.....	74
11.2 当量静负荷.....	75
11.3 按静负荷选择轴承.....	75
12 设计计算实例	75

第4章 滚动轴承的弹性流体动力润滑计算

1 球轴承弹性流体动力润滑计算步骤	77
2 滚子轴承弹性流体动力润滑计算步骤	80

第5章 滚动轴承的组合设计

1 轴承配置	81
1.1 背对背排列	81
1.2 面对面排列	81
1.3 串联排列	81
2 支承结构的基本型式	81
2.1 两端固定支承	81
2.2 固定-游动支承.....	82
2.3 两端游动支承	83
3 轴向紧固	86
3.1 轴向定位	86

13 端穴短圆柱滚子轴承	121	2 分类、型号与标注	123
14 椭圆滚道滚子轴承	121	2.1 分类	123
15 柔性滚子轴承	122	2.2 型号表示	123
16 带凸度短圆柱滚子轴承	122	2.3 标注示例	123

第8章 滚动轴承座

1 适用范围	123
--------------	-----

第29篇 联轴器、离合器和制动器

第1章 联轴器概述

1 联轴器的分类	3
2 联轴器的选择	3
2.1 联轴器类型的选择	3
2.2 联轴器的工作情况系数	3
3 常用联轴器的性能比较	4
4 联轴器的公称转矩系列	9
5 联轴器轴孔和键槽型式及尺寸	11
5.1 联轴器轴孔型式及其代号	11
5.2 联轴器轴孔的键槽型式及其代号	12
5.3 联轴器轴孔与轴伸的配合	17
5.4 联轴器轴孔和键槽的型式及尺寸 的标记	17
6 联轴器轮毂与轴的固定	17
7 联轴器的安装与调整	18

第2章 固定式刚性联轴器

1 套筒联轴器	20
1.1 套筒联轴器的强度计算	21
1.2 套筒联轴器的主要尺寸关系	22
2 凸缘联轴器	24
2.1 凸缘联轴器的强度计算	25
2.2 凸缘联轴器的主要尺寸关系	26
3 夹壳联轴器	30
3.1 夹壳联轴器的强度计算	31
3.2 夹壳联轴器的主要尺寸关系	31
4 紧箍夹壳联轴器	34
4.1 紧箍夹壳联轴器的计算	34
4.2 紧箍夹壳联轴器的主要尺寸关系	35

第3章 可移式刚性联轴器

1 两轴的相对位移	36
2 滑块联轴器	36
2.1 滑块联轴器的强度计算	38
2.2 滑块联轴器的主要尺寸关系	39
3 齿式联轴器	47
3.1 齿式联轴器的两轴相对位移	49
3.2 齿式联轴器的计算	50
3.3 齿式联轴器的主要尺寸关系及制 造精度	51
4 链条联轴器	61
4.1 链条联轴器的强度计算	61
4.2 链条联轴器的主要尺寸关系	62
5 可移式刚性联轴器的润滑	63

第4章 万向联轴器

1 概述	65
2 十字轴式万向联轴器	65
2.1 十字轴式单万向联轴器的运动 分析	65
2.2 十字轴式双万向联轴器的运动 分析	66
2.3 十字轴式万向联轴器的传动效率	68
2.4 十字轴式万向联轴器的受力分析	68
2.5 十字轴式万向联轴器的结构和 计算	69
2.5.1 小型十字轴式万向联轴器	69
2.5.2 大型十字轴式万向联轴器	69
3 球笼式同步万向联轴器	91

XII 目 录

3.1 球笼式同步万向联轴器的同步原理	93	9 螺旋弹簧联轴器	123
3.2 球笼式同步万向联轴器的选择计算	93	9.1 螺旋弹簧联轴器的结构	123
3.3 球笼式同步万向联轴器的主要尺寸关系	98	9.2 螺旋弹簧联轴器的计算	124
第5章 弹性联轴器			
1 概述	100	9.3 螺旋弹簧联轴器的主要尺寸关系	125
2 弹性联轴器的动力学计算	100	10 膜片联轴器	126
2.1 弹性联轴器的动力性能	100	10.1 膜片联轴器的结构	126
2.1.1 刚度	100	10.2 膜片联轴器的计算	128
2.1.2 阻尼	101	10.2.1 圆环形膜片联轴器的强度和刚度计算	128
2.2 弹性联轴器受变载荷	101	10.2.2 多边形膜片联轴器的计算	129
2.2.1 联轴器受周期性载荷作用	101	10.3 膜片联轴器的主要尺寸关系	133
2.2.2 联轴器受冲击载荷作用	103	11 挠性杆联轴器	133
3 弹性联轴器的弹性元件	105	12 小型弹性联轴器	138
3.1 金属弹性元件	105	13 橡胶金属环联轴器	140
3.2 非金属弹性元件	106	13.1 橡胶金属环联轴器的结构	140
3.2.1 橡胶弹性元件	106	13.2 橡胶金属环联轴器的强度计算	141
3.2.2 尼龙和聚氨酯弹性元件	107	13.3 橡胶金属环联轴器的刚度计算	142
4 簧片联轴器	112	13.4 橡胶金属环联轴器的选用和尺寸系列	143
4.1 簧片联轴器的结构	112	14 轮胎式联轴器	144
4.2 簧片组的强度计算	112	14.1 轮胎式联轴器的结构	144
4.3 簧片组的刚度计算	113	14.2 轮胎式联轴器的强度、刚度和附加作用力计算	146
4.4 簧片联轴器的选择	113	14.2.1 轮胎式联轴器的强度计算	146
5 蛇形弹簧联轴器	116	14.2.2 轮胎式联轴器的附加载荷	146
5.1 蛇形弹簧联轴器的结构	116	14.2.3 轮胎式联轴器的刚度计算	146
5.2 蛇形弹簧联轴器的计算	116	14.3 轮胎式联轴器的主要尺寸关系	146
5.3 蛇形弹簧联轴器的主要尺寸关系	118	15 橡胶环联轴器	148
6 叠片弹簧联轴器	118	15.1 橡胶环联轴器的结构	148
6.1 叠片弹簧联轴器的结构	118	15.2 橡胶环联轴器的强度和刚度计算	149
6.2 叠片弹簧联轴器的计算	118	15.2.1 橡胶环联轴器的强度计算	149
6.3 叠片弹簧联轴器的主要尺寸关系	118	15.2.2 橡胶环的附加载荷和应力	149
7 直杆弹簧联轴器	121	15.2.3 橡胶环联轴器的刚度计算	150
7.1 直杆弹簧联轴器的结构	121	15.3 橡胶环联轴器的主要尺寸关系	150
7.2 直杆弹簧联轴器的计算	121	16 弹性套柱销联轴器	150
7.3 直杆弹簧联轴器的主要尺寸关系	122	16.1 弹性套柱销联轴器的结构	150
8 卷簧联轴器	122	16.2 弹性套柱销联轴器的强度计算	152
8.1 卷簧联轴器的结构	122	16.3 弹性套柱销联轴器的主要尺寸关系	152
8.2 卷簧联轴器的计算	123	17 橡胶板联轴器	155
8.3 卷簧联轴器的主要尺寸关系	123	17.1 橡胶板联轴器的结构	155
		17.2 橡胶板联轴器的强度和刚度计算	155

17.2.1	橡胶板的强度计算	155
17.2.2	联轴器的附加载荷	156
17.2.3	联轴器的刚度	156
17.3	橡胶板联轴器的主要尺寸关系	156
18	弹性柱销联轴器	160
18.1	弹性柱销联轴器的结构	160
18.2	弹性柱销联轴器的强度计算	160
18.3	弹性柱销联轴器的主要尺寸关系	160
19	弹性柱销齿式联轴器	164
19.1	弹性柱销齿式联轴器的结构	164
19.2	弹性柱销齿式联轴器的强度计算	165
19.3	弹性柱销齿式联轴器的主要尺寸关系	165
20	梅花形弹性联轴器	176
20.1	梅花形弹性联轴器的结构	176
20.2	梅花形弹性联轴器的强度计算	177
20.3	梅花形弹性联轴器的主要尺寸关系	177
21	橡胶块联轴器	187
21.1	橡胶块联轴器的结构	187
21.2	橡胶块联轴器的强度计算	187
21.3	橡胶块联轴器的主要尺寸关系	189

第6章 离合器概论

1	离合器的功用与分类	195
2	对离合器的基本要求	195
3	影响离合器选择的因素	195
4	离合器的选择和工作性能参数	196
5	离合器主要性能参数的计算	197
5.1	摩擦式离合器接合过程的时间和滑摩功	197
5.2	摩擦式离合器的摩擦转矩	198
5.2.1	摩擦盘(片)	198
5.2.2	摩擦块	198
5.3	离合器的计算转矩	198
5.4	摩擦式离合器的发热计算	199
5.4.1	一次接合的温升	199
5.4.2	连续接合的平均温升	199
5.4.3	湿式离合器的温升	199
5.5	摩擦式离合器的 p_v 值	199
5.6	摩擦式离合器的磨损系数	200
5.7	摩擦元件的使用寿命	200

6	各类离合器的性能比较	200
7	离合器的接合元件	205
7.1	嵌合元件	205
7.1.1	嵌合元件的结构形式和特点	205
7.1.2	牙嵌元件的牙形和特点	205
7.1.3	牙嵌元件的牙形尺寸	205
7.1.4	嵌合元件的材料	213
7.2	摩擦元件	214
7.2.1	摩擦元件的结构形式和特点	214
7.2.2	摩擦块和摩擦片的结构	214
7.2.3	摩擦元件的材料	220
8	摩擦式离合器的润滑和冷却	221
8.1	湿式摩擦式离合器润滑油的选择	221
8.2	湿式摩擦式离合器的润滑方式	221

第7章 机械离合器

1	概述	223
2	牙嵌离合器	223
2.1	牙嵌离合器的结构	223
2.2	牙嵌离合器的计算	223
2.3	牙嵌离合器的主要尺寸关系	224
3	齿式离合器	228
3.1	齿式离合器的结构	228
3.2	齿式离合器的强度计算	228
4	转键离合器	228
4.1	转键离合器的结构	228
4.2	转键离合器的计算	228
4.3	转键离合器的主要尺寸	230
5	圆盘摩擦片离合器	231
5.1	圆盘摩擦片离合器的结构	231
5.2	圆盘摩擦片离合器的计算	233
5.3	圆盘摩擦片的主要尺寸关系	234
6	圆盘摩擦块离合器	237
6.1	圆盘摩擦块离合器的结构	237
6.2	圆盘摩擦块离合器的计算	238
6.3	圆盘摩擦块离合器的主要尺寸关系	238
7	圆锥摩擦离合器	239
7.1	圆锥摩擦离合器的结构	239
7.2	圆锥摩擦离合器的计算	239
7.3	圆锥摩擦离合器的主要尺寸关系	240
8	涨圈摩擦离合器	241

XIV 目 录

8.1 涨圈摩擦离合器的结构	241
8.2 涨圈摩擦离合器的计算	241
9 扭簧摩擦离合器	242
9.1 扭簧摩擦离合器的结构	242
9.2 扭簧摩擦离合器的计算	242
10 机械离合器的接合机构	244
10.1 对接合机构的要求	244
10.2 接合机构的工作过程	244

第8章 气压离合器和液压离合器

1 概述	247
1.1 气压离合器	247
1.2 液压离合器	247
2 活塞式气压摩擦块离合器	247
2.1 活塞式气压摩擦块离合器的结构	247
2.2 活塞式气压摩擦块离合器的计算	248
3 高弹性双锥气压摩擦离合器	248
3.1 高弹性双锥气压摩擦离合器的结构	248
3.2 高弹性双锥气压摩擦离合器的计算	249
4 隔膜式气压摩擦块离合器	249
5 气胎摩擦离合器	249
5.1 径向式气胎摩擦离合器的结构	249
5.2 径向式气胎摩擦离合器的计算	254
5.3 径向式气胎摩擦离合器的主要尺寸	255
5.4 轴向式气胎摩擦离合器	255
6 活塞式液压牙嵌离合器	259
7 活塞式液压摩擦离合器	259
7.1 活塞式液压摩擦离合器的结构	259
7.2 活塞式液压摩擦离合器的计算	261

第9章 电磁离合器

1 概述	265
1.1 电磁离合器的分类	265
1.2 电磁离合器的代号	265
1.3 常用电磁离合器的性能比较	266
2 牙嵌式电磁离合器	267
2.1 牙嵌式电磁离合器的结构	267
2.2 牙嵌式电磁离合器的计算	268
3 摩擦式电磁离合器	270

3.1 摩擦式电磁离合器的结构	270
3.1.1 单盘摩擦式电磁离合器	270
3.1.2 多片摩擦式电磁离合器	270
3.2 摩擦式电磁离合器的计算	276
3.2.1 动作特性	276
3.2.2 摩擦式电磁离合器的参数计算	277
3.3 摩擦片式电磁离合器的尺寸系列	280
4 转差式电磁离合器	287
5 磁粉离合器	288
5.1 磁粉离合器的工作原理	288
5.2 磁粉离合器的结构和特点	289
5.2.1 磁粉离合器的结构	289
5.2.2 磁粉离合器的特点	290
5.3 磁粉离合器的主要材料	290
5.4 磁粉离合器的工作特性	291
5.5 磁粉离合器的选用和计算	292
5.5.1 磁粉离合器的选用	292
5.5.2 磁粉离合器的计算	292

第10章 超越离合器

1 概述	295
2 常用超越离合器的类型和性能比较	295
3 滚柱式超越离合器	297
3.1 滚柱式超越离合器的基本结构	297
3.2 滚柱式超越离合器的计算	298
3.2.1 强度计算	298
3.2.2 几何计算	299
3.2.3 设计参数选择	299
3.3 滚柱式超越离合器的尺寸系列	300
4 楔块式超越离合器	300
4.1 楔块式超越离合器的结构	300
4.2 楔块式超越离合器的计算	312
4.3 楔块式超越离合器的尺寸系列	313

第11章 离心离合器

1 概述	315
2 离心离合器的起动过程	315
3 不带弹簧闸块离心离合器	316
3.1 不带弹簧闸块离心离合器的结构	316
3.2 不带弹簧闸块离心离合器的计算	318
3.3 不带弹簧闸块离心离合器的尺寸	

系列	318
4 带弹簧闸块离心离合器	320
4.1 带弹簧闸块离心离合器的结构	320
4.2 带弹簧闸块离心离合器的计算	320
4.3 带弹簧闸块离心离合器的尺寸系列	321
5 钢球离心离合器	324
5.1 钢球离心离合器的结构	324
5.2 钢球离心离合器的计算	325
5.3 钢球离心离合器的尺寸系列	326

第12章 安全离合器

1 概述	327
1.1 对安全离合器的要求	327
1.2 安全离合器的性能参数	327
1.3 安全离合器的保护关系	328
1.4 安全离合器的选择	328
1.5 安全离合器分类性能比较	328
2 剪销式安全离合器	328
2.1 剪销式安全离合器的结构	328
2.2 剪销式安全离合器的计算	330
2.3 剪销式安全离合器的主要尺寸	330
3 牙嵌式安全离合器	331
3.1 牙嵌式安全离合器的结构	331
3.2 牙嵌式安全离合器的计算	332
3.3 牙嵌式安全离合器的主要尺寸系列	332
4 钢球式安全离合器	334
4.1 钢球式安全离合器的结构	334
4.2 钢球式安全离合器的计算	337
4.3 钢球式安全离合器的主要尺寸系列	338
5 摩擦式安全离合器	338
5.1 摩擦式安全离合器的结构	338
5.2 摩擦式安全离合器的计算	341
5.3 摩擦式安全离合器的尺寸系列	341

第13章 制动器

1 制动器概述	347
2 制动器的选择与设计	347
2.1 制动器类型的选择	347
2.2 常用制动器的性能比较	347

2.3 制动器的设计	348
2.4 计算制动转矩 T 的确定	348
3 外抱块式制动器	348
3.1 结构型式	348
3.2 外抱块式制动器的特点和应用	354
3.3 设计计算	354
3.4 外抱块式制动器的性能参数及主要尺寸	358
4 内张蹄式制动器	372
4.1 种类与结构型式	372
4.2 设计的一般原则	374
4.3 各类内张双蹄式制动器的比较	376
4.4 制动器的设计	377
4.4.1 内张双蹄式制动器主要参数选择	377
4.4.2 内张双蹄式制动器制动转矩计算	378
4.4.3 软管多蹄式制动器制动转矩的计算	379
4.4.4 摩擦衬片(衬块)磨损特性的计算	379
4.4.5 计算实例	380
5 带式制动器	380
5.1 结构型式	380
5.2 设计计算	381
6 盘式制动器	384
6.1 结构型式	384
6.1.1 钳盘式制动器	384
6.1.2 全盘式制动器	387
6.1.3 锥盘式制动器	388
6.1.4 载荷自制盘式制动器	388
6.2 设计计算	389
7 其他制动器和辅助装置	391
7.1 磁粉制动器	391
7.2 磁涡流制动器	391
7.3 摩擦块磨损间隙的自动补偿装置	392
7.3.1 密封圈式	392
7.3.2 机械卡环式	393
7.3.3 机械可变铰点式	393
7.3.4 机械进给式	393
8 制动器的发热验算	394
9 制动器的驱动装置	395

XVI 目 录

9.1 制动电磁铁	395	10.2.2 非金属摩擦材料	404
9.2 电磁液压推动器	395	10.3 摩擦副计算用数据	406
9.3 电力液压推动器	396	11 停止器	406
9.4 离心推动器	398	11.1 棘轮停止器	406
9.5 滚动螺旋推动器	401	11.1.1 棘轮齿的强度计算	407
9.6 气力驱动装置	401	11.1.2 棘爪的强度计算	407
9.7 人力操纵机构	402	11.1.3 棘爪轴的强度计算	407
9.7.1 杠杆系操纵机构	402	11.1.4 棘轮齿形与棘爪端的外形尺寸 及画法	408
9.7.2 静液操纵机构	402	11.2 滚柱停止器	408
9.7.3 综合操纵机构	402	11.2.1 结构与工作特点	408
10 摩擦材料	403	11.2.2 设计计算	409
10.1 对摩擦材料的基本要求	403	11.3 带式停止器	410
10.2 摩擦材料的种类	403	参考文献	411
10.2.1 金属摩擦材料	403		

第30篇 弹 簧

第1章 概 述

1 弹簧的类型及其特性、用途	3
2 弹簧设计的基本概念	7
2.1 载荷与变形的关系	7
2.2 弹簧的变形能	7
2.3 弹簧的自振频率和隔振	8
2.4 缓冲	9
2.5 弹簧设计中的几个问题	10

第2章 螺旋弹簧

1 圆柱螺旋弹簧的型式、代号及参数系列	11
2 弹簧材料及许用应力	12
3 压缩、拉伸弹簧的设计	15
3.1 弹簧结构和载荷—变形图	15
3.2 设计计算	16
3.3 验算弹簧的稳定性、钩环强度、疲劳强度和共振	25
3.4 组合弹簧的设计计算	26
3.5 设计计算例题	27
3.6 压缩、拉伸弹簧调整结构的示例	29
4 扭转弹簧的设计	31
4.1 弹簧结构和载荷—变形图	31
4.2 设计计算	31
4.3 设计计算例题	31

4.4 扭转弹簧安装结构示例	33
5 圆柱螺旋弹簧技术要求	33
6 圆锥螺旋弹簧的设计计算	35

第3章 板 弹 簧

1 板弹簧的结构、特点和类型	38
2 板弹簧的设计计算	41
2.1 单板弹簧的计算	41
2.2 多板弹簧的计算	41
2.2.1 展开法	41
2.2.2 板端法	43
2.3 板弹簧结构的计算	44
2.3.1 板片截面尺寸和数量的确定	44
2.3.2 板片长度的确定	45
2.3.3 自由状态下板弹簧的弧高和曲率半径	45
2.3.4 板弹簧各板片在自由状态下的曲率半径	45
3 板弹簧的材料及许用应力	46
4 计算例题	46
5 片弹簧	49
5.1 片弹簧的设计计算	49
5.2 片弹簧的应力集中	52
5.3 片弹簧的材料和许用应力	52
6 平面蜗卷弹簧	53
6.1 非接触型平面蜗卷弹簧的计算	53